

? t s1/5

1/5/1

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI

(c) 2005 Thomson Derwent. All rts. reserv.

012349057 **Image available**

WPI Acc No: 1999-155164/ 199914

XRPX Acc No: N99-112013

Wheel moment measuring device for motor vehicle antilock braking system -
determines moment from detected wheel rotation speed and vehicle body
speed based on motion model between body and tyre

Patent Assignee: AISIN SEIKI KK (AISE)

Inventor: KAWAI H

Number of Countries: 002 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 19833242	A1	19990218	DE 1033242	A	19980723	199914 B
JP 11037872	A	19990212	JP 97198787	A	19970724	199917

Priority Applications (No Type Date): JP 97198787 A 19970724

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	-----	----	----------	--------------

DE 19833242	A1	30	B60T-008/52		
-------------	----	----	-------------	--	--

JP 11037872	A	20	G01L-005/26		
-------------	---	----	-------------	--	--

Abstract (Basic): DE 19833242 A

NOVELTY - The measuring device detects the wheel rotation speed,
and the vehicle body speed and uses them to determine the wheel moment,
in accordance with a predetermined equation based on a motion model
between the vehicle body and a tyre. A calculation unit determines the
braking cylinder pressure, the road surface friction, yaw acceleration
and side slip angular velocity from the wheel moment. DETAILED

DESCRIPTION - DETAILED DESCRIPTION - Two antilock braking control
devices are also independently claimed.

USE - For an antilock breaking system which estimates the pressure
in the main braking cylinder.

ADVANTAGE - The device does not use a sensor mounted on the tyre
axle. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing is a block diagram of the
structure of an embodiment of the invention.

Dwg.1/14

Title Terms: WHEEL; MOMENT; MEASURE; DEVICE; MOTOR; VEHICLE; ANTILOCK;
BRAKE; SYSTEM; DETERMINE; MOMENT; DETECT; WHEEL; ROTATING; SPEED; VEHICLE
; BODY; SPEED; BASED; MOTION; MODEL; BODY; TYRE

Derwent Class: Q13; Q18; S02; S03; X22

International Patent Class (Main): B60T-008/52; G01L-005/26

International Patent Class (Additional): B60K-028/16; B60T-008/56;

B60T-008/58

File Segment: EPI; EngPI



POSATSOIODE
⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 33 242 A 1**

⑤ Int. Cl.⁶:
B 60 T 8/52
B 60 T 8/56
B 60 K 28/16

⑳ Aktenzeichen: 198 33 242.4
㉔ Anmeldetag: 23. 7. 98
㉕ Offenlegungstag: 18. 2. 99

③① Unionspriorität:
P 9-198787 24. 07. 97 JP
⑦① Anmelder:
Aisin Seiki K.K., Kariya, Aichi, JP
⑦④ Vertreter:
Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner, 80336 München

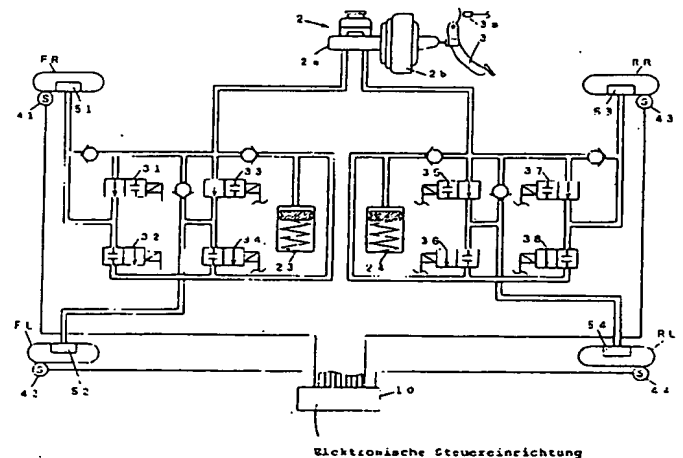
⑦② Erfinder:
Kawai, Hiroaki, Kariya, Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Radmomentmeßeinrichtung und Antiblockiersteuerungseinrichtung

⑤⑦ Die Erfindung schlägt eine Meßeinrichtung für ein Radmoment vor, wonach es unnötig wird, einen Sensor an eine Achse zu montieren. Ein Wert der anderen Parameter, welche an einem Fahrzeug erwünscht sind, kann erhalten werden durch Verwenden des gemessenen Radmoments. Das Ansprechverhalten einer Antiblockiersteuerung wird hierdurch verbessert. Die Meßeinrichtung für ein Radmoment ist versehen mit einer Radrotationsgeschwindigkeitserfassungseinrichtung (41, 11), einer Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeitserfassungseinrichtung (11) und einer Berechnungseinrichtung (11) für ein Berechnen eines Radmoments (T1) entsprechend der Radrotationsgeschwindigkeit (ω_1) und der Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit (ω_v) in Übereinstimmung mit einer vorbestimmten Beziehung zwischen der Radrotationsgeschwindigkeit (ω_1) auf der Basis eines Bewegungsmodells zwischen einer Fahrzeugkarosserie und einem Reifen und der Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit sowie dem Radmoment. Die Berechnungseinrichtung (11) berechnet einen Bremshauptzylinderdruck P_{mc} , ein Straßenoberflächen- μ , eine Gierbeschleunigung Δy und eine Winkelgeschwindigkeit $\Delta \beta$ eines Seitenschlupfes aus dem Moment T1. Eine Impulsdruckerhöhung und eine Impulsdruckverringern der Antiblockiersteuerung werden korrigiert in Übereinstimmung mit dem Drehmoment T1 bzw. dem Zylinderdruck m_c .



DE 198 33 242 A 1

DE 198 33 242 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Messung eines Drehmoments eines Reifens (ein Reifen- bzw. Radmoment), eine Abschätzung eines Drucks eines Bremshauptzylinders unter Verwendung des gemessenen Reifenmoments, eine Abschätzung eines Reibungskoeffizienten μ einer Straßenoberfläche (ein Straßenoberflächen- μ), eine Vorhersage einer Radbewegung und eine Korrektur eines verringerten und erhöhten Druck-PWM-Pulstastverhältnisses einer Antiblockierregelung auf der Basis des abgeschätzten Bremshauptzylinderdrucks.

In diesem Fall bedeutet die Antiblockierregelung bzw. Steuerung eine Antiblockiersteuerung, welche ausgeführt wird für ein Sichern einer Fahrstabilität einer Fahrzeugkarosserie und einer Lenkfähigkeit durch Verringern eines Radbremsdrucks um zu verhindern, daß eine Raddrehung vollständig stoppt (ein Radblockieren) zu einem Zeitpunkt eines Bremsens durch einen Fahrer, durch Erhöhen des Drucks, so daß eine Bremsstrecke so kurz wie möglich hinterher wird und durch weiteres Wiederholen der Druckverringering und Erhöhung je nachdem wie es die Gelegenheit erfordert.

Herkömmlicherweise wird ein Raddrehmoment gemessen durch eine Komponente bzw. eine Einrichtung für das Konvertieren einer Drehung oder eines Versatzes in einem Drehmomenttransmissionssystem in ein elektrisches Signal, wie beispielsweise ein Dehnungsmeßgerät, das an einer Achse eines Reifens befestigt ist. Beispielsweise ist eine Störungserfassungseinrichtung für ein Rad, welches in der japanischen ungeprüften Patentoffenlegung Nr. 789304 vorgeschlagen wird, derart aufgebaut, daß die Einrichtung ein an eine Achse angelegtes Moment durch ein Dehnungsmeßgerät erfaßt, welches an der Achse montiert ist, um dieses an einen Störungsobserver weiterzugeben, für ein Abschätzen auf der Basis eines Bewegungsmodells zwischen einem Fahrzeug und einem Reifen, wobei der Störungsobserver (Störungsbeobachter) eine Störung berechnet, welche eine Messung eines Reifenluftdrucks beeinflußt auf der Basis eines Drehmoments, welches durch das Dehnungsmeßgerät erfaßt wurde und eines Werts aus den anderen Parametern, welche aus anderen Sensoren berechnet oder erhalten werden.

Da die Achse gedreht wird, ist es nötig, das Dehnungsmeßgerät auf der Achse und der Meßschaltkreis an der Fahrzeugkarosserie miteinander zu verbinden mittels eines elektrischen Verbindungskomponentenkabels, welches relativ rotiert oder mittels einer Kupplung, wobei jedoch das Gerät komplex bzw. kompliziert wird und schnell eine schlechte Verbindung erzeugt wird.

Eine erste Aufgabe der Erfindung besteht daher darin, eine Meßeinrichtung für ein Reifenmoment zu schaffen, bei welchem es unnötig ist, einen Sensor an einer Achse zu montieren, wobei eine zweite und dritte Aufgabe jeweils darin bestehen, einen Wert der anderen Parameter, welcher für ein Fahrzeug erwünscht sind, zu erhalten durch Verwendung des gemessenen Reifendrehmoments und ein Ansprechverhalten einer Antiblockiersteuerung zu erhöhen.

(1) In Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung wird eine Meßeinrichtung für ein Raddrehmoment geschaffen, welches die folgenden Elemente hat:

Mittel (41, 11) für ein Erfassen einer Rotationsgeschwindigkeit (ω_1) eines Rads in einem Fahrzeug, das durch eine Rotation eines Radreifens bewegt wird, Mittel (11) für das Berechnen einer Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit (ω_3) des Fahrzeugs und Reifenmomentberechnungsmittel (11) für ein Berechnen eines Reifenmoments (T1) entsprechend der Rotationsgeschwindigkeit (ω_1), welche von dem Radrotationsgeschwindigkeitserfassungsmittel (41, 11) erfaßt wird und der Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit (ω_v), welche durch das Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeitsberechnungsmittel (11) berechnet wird in Übereinstimmung mit einer vorbestimmten Relation zwischen der Radrotationsgeschwindigkeit (ω_1) auf der Basis eines Bewegungsmodells zwischen einer Fahrzeugkarosserie und einem Reifen, und der Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit (ω_v) und dem Radmoment (T1) des Fahrzeugs. In diesem Fall werden Bezugswerte, welche an den entsprechenden Elementen oder Einrichtungen gemäß einem Ausführungsbeispiel zugeordnet sind, welche in den Zeichnungen gezeigt wird, als Hinweis in Klammern gesetzt, um das Verständnis zu erleichtern.

In Übereinstimmung mit diesem, betreffen Parameter, welche aktuell durch die Verwendung der Sensoren gemessen werden, die Radrotationsgeschwindigkeit (ω_1) sowie die Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit (ω_v), wobei jedoch diese Parameter konventionell erfaßt werden können und/oder berechnet werden können durch eine Bremsdruckautomatiksteuerung an dem Fahrzeug oder einer Lenkungssteuerung, wobei eine Meßtechnik von diesem eingerichtet wird, wobei keine Rotationsverbindungskomponente oder eine Kupplung erforderlich ist.

Wenn das Verhältniss zwischen der Fahrzeugkarosserie und dem Radreifen mit Blick auf dessen Bewegung modelliert wird, dann kann ein Bewegungsmodell zwischen der Fahrzeugkarosserie sowie dem Radreifen erhalten werden, wie dies in Fig. 7 gezeigt ist, so daß die nachfolgende Formel (1a) erhalten werden kann.

$$\left. \begin{aligned} J_1 \cdot \dot{\omega}_1 &= T_1 + K_s \cdot \theta_s + D_s (\omega_2 - \omega_1) \\ J_2 \cdot \dot{\omega}_2 &= -K_s \cdot \theta_s - D_s (\omega_2 - \omega_1) + \mu \cdot W \cdot R \\ J_3 \cdot \dot{\omega}_v &= -\mu \cdot W \cdot R \end{aligned} \right\} \dots (1a)$$

In dieser ist die nachfolgende Formel definiert, wobei vorausgesetzt wird, daß eine Änderung von T1 genügend klein ist ($\dot{T}_1 = 0$).

$$\dot{\theta}_s = \omega_2 - \omega_1 \quad (1b)$$

Wenn darüber hinaus μ erfaßt wird unter Verwendung von $J_3 \omega_3$, dann kann die nachfolgende Formel (2) erhalten werden.

$$\left. \begin{aligned}
 J_1 \cdot \dot{\omega}_1 &= -T_1 + K_s \cdot \theta_s + D_s (\omega_2 - \omega_1) \\
 J_2 \cdot \dot{\omega}_2 &= -K_s \cdot \theta_s - D_s (\omega_2 - \omega_1) - J_3 \cdot \omega_v \\
 \dot{\theta}_s &= \omega_2 - \omega_1 \\
 \dot{T}_1 &= 0
 \end{aligned} \right\} \dots (2)$$

Wenn die Gleichung durch eine Determinante beschrieben wird, dann kann die nachfolgende Gleichung (3a) erhalten werden.

$$\frac{d}{d\tau} \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \theta_s \\ T_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -D_s/J_1 & D_s/J_1 & K_s/J_1 & -1/J_1 \\ D_s/J_2 & -D_s/J_2 & -K_s/J_2 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \theta_s \\ T_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ -J_3/J_2 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \dot{\omega}_v \dots (3a)$$

Diese Determinante entspricht der nachfolgenden Gleichung (3b).

$$\dot{X} = AX + B \dot{\omega}_v \quad (3b)$$

Da die meßbaren Werte ω_1 und ω_v sind, kann die nachfolgende Gleichung (3c) erhalten werden.

$$\left. \begin{aligned}
 A &= \begin{bmatrix} -D_s/J_1 & D_s/J_1 & K_s/J_1 & -1/J_1 \\ D_s/J_2 & -D_s/J_2 & -K_s/J_2 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \\
 B &= \begin{bmatrix} 0 \\ -J_3/J_2 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad D = 0
 \end{aligned} \right\} \dots (3c)$$

Wenn in dieser Formel eine Reihenberechnung unter Verwendung von A und C ausgeführt wird, dann wird 4 erhalten, und da es eine volle Reihe ist, kann ein Observer gebildet werden. Wenn dieser als ein Observer mit minimaler Dimension gesetzt wird, um die Berechnungszahl zu reduzieren, dann kann die nachfolgende Gleichung (4) erhalten werden.

$$\begin{aligned}
 \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} \hat{\omega}_2 \\ \hat{\theta}_s \\ \hat{T}1 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} D_s / J_2 \\ -1 \\ 0 \end{bmatrix} \omega_1 + \begin{bmatrix} -D_s / J_2 & -K_s / J_2 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\omega}_2 \\ \hat{\theta}_s \\ \hat{T}1 \end{bmatrix} \\
 &\quad \begin{matrix} \hat{X} & A_{21} & A_{22} & \hat{X} \end{matrix} \\
 &+ \begin{bmatrix} -J_3 / J_2 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \dot{\omega}_v + G \left[\dot{\omega}_1 - (-D_s / J_1) \omega_1 \right. \\
 &\quad \left. + \begin{bmatrix} D_s / J_1 & K_s / J_1 & -1 / J_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\omega}_2 \\ \hat{\theta}_s \\ \hat{T}1 \end{bmatrix} \right] \dots (4) \\
 &\quad \begin{matrix} A_{11} & A_{12} & \hat{X} \end{matrix}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \dot{\hat{X}} &= (A_{21} - G A_{11}) \omega_1 + (A_{22} - G A_{12}) \hat{X} + G \dot{\omega}_1 + B_2 \dot{\omega}_v \\
 &\dots (5)
 \end{aligned}$$

G: Observer-Verstärkungsfaktor

Wenn ein System mit einem Eingang von ω_1 ω_v und einem Ausgang von T1 gebildet wird und eine Zustandsgleichung neu berechnet wird durch die Formel (5), dann kann die nachfolgende Gleichung (6) erhalten werden.

$$\begin{aligned}
 \dot{X}' &= A' x' + B' \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_v \end{bmatrix} \\
 T1 &= C' x' + D' \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_v \end{bmatrix}
 \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{matrix} \dot{X}' \\ T1 \end{matrix}} \right\} \dots (6)$$

Wenn die Formel unstetig gemacht wird durch eine Abtastperiode T_s (6 ms), dann kann die nachfolgende Gleichung (7) erhalten werden.

$$\begin{aligned}
 \dot{X}'' &= A'' x'' + B'' \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_v \end{bmatrix} \\
 T1 &= C'' x'' + D'' \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_v \end{bmatrix}
 \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{matrix} \dot{X}'' \\ T1 \end{matrix}} \right\} \dots (7)$$

Wenn das System ausgedrückt wird durch eine Übertragungs- bzw. Transformationsfunktion, dann kann die nachfol-

gende Gleichung (8) erhalten werden.

$$\begin{aligned}
 T1 &= \frac{n_1(z)}{d_1(z)} \omega_1 + \frac{n_2(z)}{d_2(z)} \omega_v \\
 &= \frac{-16.447 + 41.4072z^{-1} - \dots}{1 - 2.6410z^{-1} + \dots} \omega_1 \\
 &\quad + \frac{-30.9746z^{-1} + 42.1765z^{-2} \dots}{1 - 2.6410z^{-1}} \omega_v \\
 &\dots (8)
 \end{aligned}$$

Wenn die Formel gleichgesetzt wird, dann können die nachfolgenden Formel (9), (10) und (11) erhalten werden.

$$\begin{aligned}
 x_1(n) &= b_0 \omega_1(n) + b_1 \omega_1(n-1) + b_2 \omega_1(n-2) \\
 &\quad + b_3 \omega_1(n-3) - a_1 x_1(n-1) - a_2 x_1(n-2) \\
 &\quad - a_3 x_1(n-3) \quad (9)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 x_2(n) &= b'_0 \omega_v(n) + b'_1 \omega_v(n-1) + b'_2 \omega_v(n-2) \\
 &\quad + b'_3 \omega_v(n-3) - a'_1 x_2(n-1) - a'_2 x_2(n-2) \\
 &\quad - a'_3 x_2(n-3) \quad (10)
 \end{aligned}$$

$$T1(n) = x_1(n) + x_2(n) \quad (11).$$

Wenn für n eine gegenwärtige Zeit angenommen wird dann ist n-1 eine Information einer Abtastperiode Ts vor der gegenwärtigen Zeit und n-2 ist eine Information einer Abtastperiode 2Ts davor. Wenn die Formeln (9), (10) und (11) geändert werden in Formeln, die durch einen Computer in einem nachfolgend erwähnten Ausführungsbeispiel berechnet werden, dann können die folgenden Formeln (12), (13) und (14) erhalten werden.

$$\begin{aligned}
 y_{10} &= b_0 \omega_1 + b_1 x_{11} + b_2 x_{12} + b_3 x_{13} \\
 &\quad - a_1 y_{11} - a_2 y_{12} - a_3 y_{13} \quad (12)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 y_{20} &= b'_0 \omega_v + b'_2 x_{11} + b'_2 x_{22} + b'_3 x_{23} \\
 &\quad - a'_1 y_{21} - a'_2 y_{22} - a'_3 y_{23} \quad (13)
 \end{aligned}$$

$$T1 = y_{10} + y_{20} \quad (14).$$

Dieses Reifenmoment T1 kann erhalten werden durch einen IIR-Filter, welcher in Fig. 8 gezeigt ist. In Fig. 8 ist ein Symbol, welches anzeigt: Energie von Z ist, ein Parameter, welcher eine Verzögerung einer Zeiteinheit (entsprechend einer Abtastperiode) anzeigt, beispielsweise ein Symbol, welches -1 Energie von Z anzeigt, ein Symbol, welches -2 Energie von Z anzeigt und ein Symbol, welches -n Energie von Z anzeigt, drücken jeweils einen Wert aus, einen Zeitraum davor, einen Wert zwei Zeiträume davor und einen Wert, n Zeiträume davor, wobei Z eine Z-Konvertierung ausdrückt. Einen Block ausdrückende Symbole wie beispielsweise a, b und c mit einer Fußzeile bedeuten eine Multiplikation, wobei ein Symbol innerhalb des Blocks ein Multiplikationskoeffizient ist. Ein weißer Punkt, auf welchen ein Pfeil gerichtet ist, bedeutet eine Multiplikation. Ein Observer-Modell für ein Berechnen des Reifenmoments T1 ist in Fig. 9 gezeigt in einer Form, welcher das Ausführen einer Berechnung der Formel (5) vorsieht, wobei ein IIR-Filtermodell für das Einführen des Reifenmoments T1 in Fig. 10 gezeigt ist in einer Form, welcher eine Berechnung der Formeln (9), (10) und (11) vorsieht.

Wenn ein Wert eines Koeffizienten in jeder der vorstehend genannten Formeln in dem Fall gezeigt wird, daß jeder der Parameter in dem Bewegungsmodell der nachfolgenden Tabelle 1 entspricht, dann kann das nachfolgende Ergebnis erhalten werden.

J1 = 5; Trägheitsmoment in % Radfelge [Nms²]
 J2 = 1; Trägheitsmoment in % Radreifen [Nms²]
 J3 = 25; Trägheitsmoment in % Fahrzeugkarosserieäquivalenz [Nms²]
 Ks = 8000; Feder in % Radrotation [Nm/rad]
 Ds = 50; Viskosität in % Radrotation [Nm/rad]
 R = 0.285; Radius in % Rad [m]
 W = 3300; Last in % Fahrzeug [N]

$$A = \begin{bmatrix} -10 & 10 & 1600 & -0.2 \\ 50 & -50 & -8000 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 \\ -25 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$C = [1000] \quad D = 0$$

$$G = \begin{bmatrix} -3.9805 \\ 0.0290 \\ -16.8750 \end{bmatrix}$$

In diesem Fall ist der Observer-Faktor G ein charakteristischer Wert aus $|A_{22} - GA_{12}|$ sowie einer "Butterworse"-Ter-
 tiärlösung. Dementsprechend wird G durch Lösen der Formel $|s - (A_{22} - GA_{12})| = 0$ und Vergleichen eines Koeffizienten
 mit der Formel $30(s^3 + 2s^2 + 2s + 1) = 0$ gelöst. Der Koeffizient 30 in dieser Formel bedeutet ein Frequenzansprechen von
 30 Hz. Das Frequenzansprechen des gegenwärtigen Fahrzeugs ist in Fig. 11 gezeigt. Da das Frequenzansprechen des ge-
 genwärtigen Fahrzeugs um 30 Hz beträgt, wird dieser Wert verwendet.

Wenn der Wert gemäß der Tabelle 1 sowie der Wert der Zustandsgleichung in den Formeln (5) und (6) berechnet wer-
 den, dann kann die nachfolgende Gleichung (16) erhalten werden.

$$A' = \begin{bmatrix} -10.1953 & -1631.2 & -0.7961 \\ 0.7098 & -46.4297 & 0.0058 \\ 168.75 & 27000 & -3.375 \end{bmatrix}$$

$$B' = \begin{bmatrix} 16.4474 & 248.4238 \\ -4.8543 & -17.2957 \\ 0 & -4111.842 \end{bmatrix}$$

$$C' = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$D' = \begin{bmatrix} -16.4474 & 0 \end{bmatrix}$$

... (16)

Wenn dies durch die Abtastperiode $T_s (=6 \text{ msec})$ unstetig gemacht wird, dann kann die nachfolgende Gleichung (17)
 erhalten werden.

$$A'' = \begin{bmatrix} 0.9030 & -0.1443 & -0.1131 \\ 0.1443 & 0.9872 & -0.0229 \\ 0.1120 & -0.0226 & 0.7507 \end{bmatrix}$$

$$B'' = \begin{bmatrix} 0.1001 & 0.5502 \\ -0.0045 & -0.0297 \\ -0.1080 & -0.2946 \end{bmatrix}$$

$$C'' = \begin{bmatrix} -92.5709 & -12.5534 & -66.4714 \end{bmatrix}$$

$$D'' = \begin{bmatrix} -16.4474 & 0 \end{bmatrix}$$

... (17)

Wenn diese ausgedrückt wird durch eine Transformationsgleichung, dann kann die nachfolgende Gleichung (18) erhalten werden.

$$\frac{n_1(z)}{d_1(z)}$$

$$= \frac{-16.4474 + 41.4072z^{-1} - 38.2603z^{-2} + 13.3004z^{-3}}{1 - 2.6410z^{-1} + 2.3435z^{-2} - 0.6977z^{-3}}$$

$$\frac{n_2(z)}{d_2(z)} = \frac{-30.9746z^{-1} + 42.1765z^{-2} - 11.2019z^{-3}}{1 - 2.6410z^{-1} + 2.3435z^{-2} - 0.6977z^{-3}}$$

... (18)

Wenn dies dem Koeffizienten der Formel (9) und (10) gleichgesetzt wird, dann kann jeder der Koeffizienten wie folgt ausgedrückt werden.

$$\begin{aligned} a_1 &= 2.6410 & b_0 &= -16.4474 \\ a_2 &= -2.3435 & b_1 &= 41.4072 \\ a_3 &= 0.6977 & b_2 &= -38.2603 \\ & & b_3 &= 13.3004 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a'_1 &= 2.6410 & b'_0 &= 0 \\ a'_2 &= -2.3435 & b'_1 &= -30.9746 \\ a'_3 &= 0.6977 & b'_2 &= 42.1765 \\ & & b'_3 &= -11.2019 \end{aligned}$$

In einem Ausführungsbeispiel gemäß nachfolgender Beschreibung wird das Reifenmoment T_1 berechnet in Übereinstimmung mit den Formeln (12) bis (14) mittels des Computers, wobei der Wert jedes der Koeffizienten in den Formeln (12) bis (14) wie in der Tabelle 2 gemäß vorstehender Beschreibung definiert ist. Ein Reifenmoment (gemessener Wert), welcher in einer Abtastperiode $T_s = 6$ msec entsprechend dem Bewegungsmodell berechnet wird, welches den Parameterwert von Tabelle 1 hat und zwar auf der Basis der Formeln (9) bis (11) (die Formeln (12) bis (14) in der Computerberechnung) welche den Koeffizienten gemäß der Tabelle 2 einsetzen, und der Wert (berechneter Werte), der abgeschätzt und berechnet wird auf der Basis des Bremshauptzylinderdrucks, sind in der Fig. 13 gezeigt. In der Fig. 13 zeigt eine durchgezogene Linie ein Reifenmoment (gemessener Wert), wobei eine einfach strichpunktierte Linie einen berechneten Wert auf der Basis des Bremshauptzylinderdrucks zeigt. (a) bis (f) in Fig. 13 zeigen jeweils einen Zustand, in welchem die Raddrehgeschwindigkeit (eine durchgezogene Linie mit einer Makroschwingung) und eine Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit (eine glatte einfach strichpunktierte Linie umhüllt durch eine durchgezogene Linie) geändert werden in Übereinstimmung mit der Radbremse, wie dies durch (a) bis (f) in Fig. 12 gezeigt wird.

(2) Erfindungsgemäß wird eine Raddrehmomentmeßeinrichtung geschaffen, welche des weiteren ein Bremsdruckberechnungsmittel (11) hat für das Berechnen eines Bremshauptzylinderdrucks (P_{mc}) entsprechend dem Reifenmoment (T_1), welches durch das Reifenmomenteberechnungsmittel (11) berechnet wird, und zwar auf der Basis einer vorbestimmten Beziehung zwischen einem Druck (P_{mc}) des Bremshauptzylinders des Fahrzeugs, welcher den Radbremsdruck an die Bremse des Rads anlegt und dem Reifenmoment (T_1).

Wenn die Beziehung des Reifenmoments $T_1 = \text{Radbremsbereich} \times \text{Bremshauptzylinderdruck} \times \text{Reibung}$ erreicht wird, und eine Druckübertragungsverzögerung von dem Bremshauptzylinder auf die Radbremse ignoriert wird, dann kann die Beziehung des Bremshauptzylinderdrucks = Reifenmoment $T_1 / (\text{Radbremsbereich} \times \text{Reibung})$ erhalten werden, so daß der Radbremsbereich als eine Konstante festgesetzt werden und die Reibung in einem bestimmten Zustand als eine Konstante festgesetzt werden kann. Da beispielsweise der Wert 0.8 in der Scheibenbremse ist, kann die Gleichung Bremshauptzylinderdruck $P_{mc} = \text{Reifenmoment } T_1 \times \text{Konstante } K_{wc} \dots$ (19a) erhalten werden, so daß der Bremshauptzylinderdruck P_{mc} abgeschätzt werden kann und berechnet werden kann auf der Basis des gemessenen Reifenmoments T_1 . Auf der Basis des berechneten Werts kann die erhöhte und reduzierte Druckgeschwindigkeit der Radbremse in wünschenswerter Weise eingestellt werden.

(3) Erfindungsgemäß wird eine Reifenmomentmeßeinrichtung geschaffen, welche des weiteren die folgenden Bauteile hat:

Mittel (11) für ein Berechnen einer Schlupfrate (S) des Rads,
 Bezugsgeschwindigkeitsmeßmittel (11) für ein Abschätzen und Berechnen einer Bezugsgeschwindigkeit (ω_{ref}) entsprechend einem Spitzenwert eines Reibungskoeffizienten (μ) einer Straßenoberfläche auf der Basis der Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit (ω_v) und der Radschlupfrate (S) und
 Straßenoberflächen- μ -Berechnungsmittel (11) für ein Berechnen eines Reibungskoeffizienten (μ) einer Straßenoberfläche entsprechend dem Reifenmoment (T_1), berechnet durch das Reifenmomenteberechnungsmittel (11) auf der Basis einer vorbestimmten Beziehung zwischen einem Wert zum Zeitpunkt einer Spitze des Straßenoberflächenreibungskoeffizienten (μ) und dem Reifenmoment, wenn die Radrotationsgeschwindigkeit (ω_1) gleich oder kleiner wird als die Bezugsgeschwindigkeit (ω_{ref}).

Da die Spitze des Straßenoberflächen- μ im allgemeinen nahe 10 bis 20% der Radschlupfrate S (%) ist, wie dies in Fig. 14 gezeigt wird, wird die Radschlupfrate S zur Zeit eines Spitzenwerts des Straßenoberflächen- μ auf S_p gesetzt, wobei die Radrotationsgeschwindigkeit ω_{ref} zu einer Zeit einer Straßenoberflächen- μ -Spitze aus der gegenwärtigen Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit ω_v berechnet wird aus der Formel $\omega_{ref} = (100 - S_p) \times \omega_v$, so daß dann, wenn die gegenwärtige Radrotationsgeschwindigkeit ω_1 gleich oder kleiner wird als ω_{ref} (wenn die Schlupfrate S gleich oder größer wird als S_p), dann wird bestimmt, daß die Straßenoberflächen- μ ein Spitzenwert ist. Wenn angenommen wird, daß das Reifenmoment T_1 zu diesem Zeitpunkt gleich dem Moment bei einem Straßenoberflächen- μ -Spitzenwert ist, dann kann die Gleichung $\mu = T_1 / (\text{Karosseriegewicht} \times \text{Reifenradius})$ erhalten werden aus der Gleichung $\text{Karosseriegewicht} \times \mu \times \text{Reifenradius } R = T_1$, wobei dann, wenn angenommen wird, daß das Fahrzeuggewicht \times Reifenradius = Konstante K_w erreicht wird, das Straßenoberflächen- μ berechnet werden kann in Übereinstimmung mit der Gleichung $\mu = T_1 \times K_w \dots$ (20a). Der Straßenoberflächen- μ kann verwendet werden als ein Straßenoberflächenzustandsindex in einer Antiblockiersteuerung und der anderen Radbremsautomatiksteuerung.

(4) Des weiteren wird erfindungsgemäß eine Reifenmomentmeßeinrichtung geschaffen, welche des weiteren umfaßt: Beschleunigungsberechnungsmittel (11) für ein Berechnen einer Fahrzeugkarosseriebeschleunigung (α) auf der Basis des Reifenmoments (T_1), berechnet durch das Reifenmomenteberechnungsmittel (11),

Abschätz- und Berechnungsmittel (11) für das Vorhersagen und Berechnen der letzten Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit (u) auf der Basis der Fahrzeugkarosseriebeschleunigung (α) und der Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit (ω_v) berechnet durch das Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeitsberechnungsmittel (11),

Mittel (20, 11) für ein Erfassen eines Lenkungswinkels (δf) des Fahrzeugs,

Mittel (22) für ein Erfassen einer Gierrate (γ) eines Fahrzeugs,

Mittel (21) für ein Erfassen eines Winkels (β) eines Seitenschlupfs des Fahrzeugs und

Mittel (11) für ein Berechnen eines letzten Gierratenänderungsbetrags ($\Delta\gamma$) auf der Basis der letzten Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit (u), des Lenkwinkels (δf), der Gierrate (γ) und dem Seitenschlupfwinkel (β).

(5) Erfindungsgemäß wird eine Reifenmomentmeßeinrichtung geschaffen, welche des weiteren aufweist: Mittel (11) für ein Berechnen eines letzten Seitenschlupfwinkeländerungsbetrags ($\Delta\beta$) auf der Basis der letzten Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit (u), dem Lenkwinkel (δf), der Gierrate (γ) und dem Seitenschlupfwinkel (β).

Wenn das Reifenmoment an den vorderen, hinteren, linken und rechten Rädern jeweils eingestellt wird auf die Werte T_1 bis T_4 , dann kann die Fahrzeugkarosseriebeschleunigung α berechnet werden in Übereinstimmung mit der Gleichung $\alpha = (T_1 + T_2 + T_3 + T_4) / (\text{Karosseriegewicht} \times \text{Reifenradius})$, wobei eine Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit u unmittelbar nach der Zeit (zukünftiger abgeschätzter Wert) berechnet werden kann in Übereinstimmung mit der Gleichung $u = \omega_v + \alpha \times T_s$. Der Gierratenänderungsbetrag während der Abtastperiode T_s von diesem Zeitpunkt an, d. h., eine Gierbe-

schleunigung $\Delta\gamma$ sowie ein Seitenschlupfwinkeländerungsbetrag, d. h., eine Seitenschlupfgeschwindigkeit $\Delta\beta$ (beides entsprechen zukünftigen abgeschätzten Werten) können berechnet werden in Übereinstimmung mit den nachfolgenden Gleichungen:

$$\begin{aligned}\Delta\gamma = & -2 (L_f^2 \cdot K_f + L_r^2 \cdot K_r) / (I_z \cdot u) \\ & -2 (L_f \cdot K_f - L_r \cdot K_r) \cdot \beta / (I_z \cdot u) \\ & +2 \delta f (L_f \cdot K_f / I_z) \quad (21)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta\beta = & -1.2 (L_f \cdot K_f - L_r \cdot K_r) / (W \cdot u^2) \\ & -2 (L_f \cdot K_f) \cdot \beta / (W \cdot u) \\ & +2 \delta f (K_f / W \cdot u) \quad (22).\end{aligned}$$

Demnach steht W für eine Fahrzeuglast, γ für eine Gierrate, $\Delta\gamma$ für eine Gierbeschleunigung, R für einen Reifenradius, β für einen Seitenschlupfwinkel, $\Delta\beta$ für eine Seitenschlupfgeschwindigkeit, δf für einen Lenkwinkel, y_g für eine horizontale Beschleunigung, I_z für ein Massenträgheitsgierrmoment, L_f für einen Abstand zwischen den Gravitationsmittelpunkten der vorderen Räder, L_r für einen Abstand zwischen den Gravitationsmittelpunkten der hinteren Räder, K_f für eine Kurvenkraft äquivalent zu den vorderen Rädern und K_r für eine Kurvenkraft äquivalent zu den hinteren Rädern.

In dem Fall der Berechnung der Gierbeschleunigung und der Seitenschlupfgeschwindigkeit auf der Basis des Werts zum aktuellen Zeitpunkt und des Werts vor der Abtastperiode T_s , zeigt der berechnete Wert den Wert unmittelbar vor der aktuellen Zeit an. Demzufolge erzeugt die Fahrzeugbewegungsbeurteilung auf der Basis dieser berechneten Werte eine Verzögerung gleich oder größer als die Abtastperiode T_s . Da jedoch der Wert, welcher durch die Formel (21) und (22) berechnet wird, ein Wert ist während einer zukünftigen Abtastperiode T_s ausgehend vom gegenwärtigen Zeitpunkt, wird die Fahrzeugbewegung frühzeitig (in einer vorhersagenden Weise) beurteilt.

(6) Erfindungsgemäß wird eine Antiblockiersteuerungseinrichtung geschaffen, welche zwischen einer Radbremse (FR) und einem Bremshauptzylinder (2a) eines Fahrzeugs zwischengefügt ist umfassend ein Radreifen (FR), eine Radbremse (51) für ein Bremsen des Rads sowie einen Bremshauptzylinder (2a), der einen Bremsfluiddruck in Übereinstimmung mit der Betätigungskraft eines Fahrers an die Radbremse anlegt, und umfassend Ventileinrichtungen (31, 32) für ein Erhöhen und Reduzieren des Radbremsdrucks und Bremsdruckregleinrichtungen (10) für ein Reduzieren und Erhöhen des Radbremsdrucks durch die Ventileinrichtungen (31, 32) auf der Basis einer Radrotationsgeschwindigkeit (ω_1) und einer Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit (ω_v) und für ein Einstellen einer Druckverringers- und Erhöhungs geschwindigkeit in Übereinstimmung mit einem Pulsverhältnis (Tastverhältnis) von Pwm-Impuls-Öffnungs- und Schließ treibern in der Ventileinrichtung, wobei die Antiblockiersteuerungseinrichtung folgende Elemente hat: eine Reifenmomentmeßeinrichtung mit Mittel (41, 11) für ein Erfassen einer Rotationsgeschwindigkeit (ω_1) eines Rads, Mittel (11) für ein Berechnen einer Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit (ω_v) und Reifenmomentberechnungseinrichtungen (11) für ein Berechnen eines Reifenmoments (T1) entsprechend der Rotationsgeschwindigkeit (ω_1) erfaßt durch das Radrotationsgeschwindigkeitserfassungsmittel (41, 11) und der Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit (ω_v) berechnet durch das Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeitsberechnungsmittel (11) in Übereinstimmung mit einer vorbestimmten Beziehung zwischen der Radrotationsgeschwindigkeit (ω_1) auf der Basis eines Bewegungsmodells zwischen der Fahrzeugkarosserie und dem Reifen, und der Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit (ω_v) und dem Reifenmoment (T1) des Fahrzeugs und einem Tastverhältnisjustiermittel (11) für ein Einstellen eines Druckreduzier- und Erhöhungspulstastverhältnisses in eine Richtung einer Erhöhung des Tastverhältnisses entsprechend dem berechneten Reifenmoment (T1) wenn das Reifenmoment niedrig ist.

Wenn die Ventileinrichtung, welche zwischen der Radbremse und dem Bremshauptzylinder zwischengefügt ist, geöffnet und geschlossen wird, darin zeigt der Radbremsdruck eine Verzögerung zweiten Grades an. In dem Fall einer Erhöhung des Radbremsdrucks wird die Erhöhungsgeschwindigkeit des Radbremsdrucks (eine Druckerhöhungsgeschwindigkeit) zum Zeitpunkt des Umschaltens des Druckerhöhungsventils von einem geschlossenen Zustand in einem offenen Zustand bestimmt durch ein Niveau des Bremshauptzylinderdrucks P_{mc} . Wenn der Bremshauptzylinderdruck P_{mc} niedrig ist, dann ist die Druckerhöhungsgeschwindigkeit ebenfalls niedrig. In dem Fall einer Reduzierung des Radbremsdrucks, wird eine Verringerungsgeschwindigkeit des Radbremsdrucks (eine Druckverringersgeschwindigkeit) zu einer Zeit des Umschaltens des Bremsreduzierventils von einem geschlossenen Zustand zu einem offenen Zustand bestimmt durch ein Niveau des Radbremsdrucks. Wenn der Radbremsdruck P niedrig ist, dann ist die Druckreduziergeschwindigkeit ebenfalls niedrig. In dem Fall eines Einstellens der Druckerhöhungs- und Verringerungsgeschwindigkeit in Übereinstimmung mit einem Tastverhältnis des PWM-Impulsöffnungs- und Schließtreibers in dem Druckerhöhungs- und Reduzierventil wird selbst beim gleichen Tastverhältnis die Bremsdruckänderungsgeschwindigkeit geändert durch den Bremshauptzylinderdruck P_{mc} in dem Fall eines Erhöehens des Drucks und durch den Radbremsdruck in dem Fall eines Reduzierens des Drucks, so daß es schwierig ist, eine gewünschte Druckerhöhungs- und Verringerungscharakteristik zu realisieren.

Das Reifenmoment (T1) ist im wesentlichen proportional zu dem Radbremsdruck, wobei der Radbremsdruck proportional ist zu dem Bremshauptzylinder (P_{mc}). Da gemäß diesem Ausführungsbeispiel das Druckreduzier- und Erhöhungspulstastverhältnis eingestellt wird in eine Richtung eines Erhöehens des Tastverhältnisses in Übereinstimmung mit dem Reifenmoment (T1), wenn das Reifenmoment niedrig ist, kann eine Druckerhöhungs- und Verringerungscharakteristik entsprechend dem Tastverhältnis realisiert werden.

(7) Erfindungsgemäß wird eine Antiblockiersteuerungseinrichtung geschaffen, die zwischen einer Radbremse (FR) und einem Bremshauptzylinder (2a) eines Fahrzeugs zwischengefügt ist umfassend ein Radreifen (RF), eine Radbremse (51) für ein Bremsen des Rads sowie einen Bremshauptzylinder (2a), der einen Bremsfluiddruck in Übereinstimmung mit einer Betätigungskraft eines Fahrers an die Radbremse anlegt und weiterhin umfaßt: Ventileinrichtung (31, 32) für ein Erhöhen und Verringern des Radbremsdrucks und Bremsdrucksteuerungseinrichtung (10) für ein Verringern und Erhöhen des Radbremsdrucks durch die Ventileinrichtung (31, 32) auf der Basis einer Radrotati-

ongeschwindigkeit (ω_1) und einer Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit (ω_v) und für Einstellen einer Druckverringers- und Erhöhungsgeschwindigkeit in Übereinstimmung mit einem Impulstastverhältnis eines PWM-Impuls-Öffnungs- und Schließtreibers in der Ventileinrichtung, wobei die Antiblockiersteuerungseinrichtung umfaßt:
 5 eine Reifenmomentmeßeinrichtung mit Mittel (41, 11) für ein Erfassen einer Rotationsgeschwindigkeit (ω_1) eines Rads, Mittel (11) für ein Berechnen einer Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit (ω_v), und Reifenmomentberechnungsmittel (11) für ein Berechnen eines Reifenmoments (T1) entsprechend der Rotationsgeschwindigkeit (ω_1) erfaßt durch das Radrotationsgeschwindigkeitserfassungsmittel (41, 11) und der Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit (ω_v) berechnet durch das Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeitsberechnungsmittel (11) in Übereinstimmung mit einer vorbestimmten Beziehung zwischen der Radrotationsgeschwindigkeit (ω_1) auf der Basis eines Bewegungsmodells zwischen der Fahrzeugkarosserie und dem Reifen sowie der Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit (ω_v) und dem Reifenmoment (T1) des Fahrzeugs.
 10 Bremsdruckberechnungsmittel für ein Berechnen eines Bremshauptzylinderdrucks (Pmc) entsprechend dem Reifenmoment (T1) berechnet durch das Reifenmomentberechnungsmittel (11) auf der Basis einer vorbestimmten Beziehung zwischen dem Bremshauptzylinderdruck (Pmc) und dem Reifenmoment (T1) und Tastverhältnisseinstellmittel (11) für ein Einstellen eines Druckverringers- und Erhöhungsimpulstastverhältnisses in eine Richtung einer Erhöhung des Tastverhältnisses in Übereinstimmung mit dem Bremshauptzylinderdruck (Pmc), wenn das Reifenmoment niedrig ist.

Wenn die Ventileinrichtung, die zwischen der Radbremse und dem Bremshauptzylinder zwischengefügt ist, geöffnet und geschlossen wird, dann zeigt der Radbremsdruck eine Verzögerung zweiten Grades. In dem Fall einer Erhöhung des Radbremsdrucks wird eine Erhöhungsgeschwindigkeit des Radbremsdrucks (eine Druckerhöhungsgeschwindigkeit) zu einem Zeitpunkt eines Schaltens des Druckerhöhungsventils von einem geschlossenen Zustand zu einem offenen Zustand bestimmt durch ein Niveau des Bremshauptzylinderdrucks Pmc. Wenn der Bremshauptzylinderdruck Pmc niedrig ist, dann ist die Druckerhöhungsgeschwindigkeit ebenfalls niedrig. In dem Fall einer Verringerung des Radbremsdrucks, wird eine Verringerungsgeschwindigkeit des Radbremsdrucks (eine Druckverringersgeschwindigkeit) zu einem Zeitpunkt des Schaltens des Druckverringersventils von einem geschlossenen Zustand in einen offenen Zustand bestimmt durch ein Niveau des Radbremsdrucks. Wenn der Radbremsdruck P niedrig ist, dann ist die Druckverringersgeschwindigkeit ebenfalls niedrig. In dem Fall eines Einstellens der Druckerhöhungs- und Verringerungsgeschwindigkeit in Übereinstimmung mit einem Impulstastverhältnis des PWM-Impuls-Öffnungs- und Schließtreibers in dem Druckerhöhungs- und Verringerungsventil, wird selbst bei gleichem Tastverhältnis die Bremsdruckänderungsgeschwindigkeit verändert durch den Bremshauptzylinderdruck Pmc in dem Fall einer Druckerhöhung und durch den Radbremsdruck in dem Fall einer Druckverringers, so daß es schwierig ist, eine gewünschte Druckerhöhungs- und Verringerungscharakteristik zu realisieren.

Da in Übereinstimmung mit diesem Ausführungsbeispiel das Druckverringers- und Erhöhungsimpulstastverhältnis eingestellt wird in eine Richtung eines Erhöehens des Tastverhältnisses in Übereinstimmung mit dem Bremshauptzylinderdruck (Pmc) wenn das Reifenmoment niedrig ist, kann eine Druckerhöhungs- und Verringerungscharakteristik entsprechend dem Tastverhältnis realisiert werden. Da der Radbremsdruck zu einem Zeitpunkt eines Startens der Druckverringers im wesentlichen der gleiche ist wie der Bremshauptzylinderdruck Pmc kann der Radbremsdruck zu einer Zeit eines Startens der Druckverringers als der Bremshauptzylinderdruck (Pmc) betrachtet werden.

Die weiteren Aufgaben und Merkmale der Erfindung werden aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen besser ersichtlich.

40 Fig. 1 ist ein Blockdiagramm, das eine Struktur eines Ausführungsbeispiels gemäß der Erfindung zeigt,

Fig. 2 ist ein Blockdiagramm, das eine schematische Struktur einer elektronischen Steuerungseinrichtung 10 gemäß der Fig. 1 zeigt,

Fig. 3 ist eine Flußkarte, die eine Inhaltsangabe einer Antiblockiersteuerung durch einen Mikrocomputer 11 gemäß der Fig. 2 zeigt,

45 Fig. 4 ist eine Flußkarte, die einen Teil des Inhalts einer "Abschätzung eines Straßenoberflächenzustands und einer Fahrzeugbewegung" (ein Schritt 8) gemäß der Fig. 3 zeigt,

Fig. 5 ist eine Flußkarte, die einen Rest an Inhalten einer "Abschätzung eines Straßenoberflächenzustands und einer Fahrzeugbewegung" (ein Schritt 8) gemäß der Fig. 3 zeigt,

Fig. 6 ist eine Flußkarte, welche Inhalt von "Korrektur eines Berechnungswerts" (ein Schritt 18) gemäß der Fig. 3 zeigt,

Fig. 7 ist eine Perspektivenansicht, die ein Bewegungsmodell zwischen einer Fahrzeugkarosserie und einem Rad des Fahrzeugs, welches mit der Radbremse gemäß der Fig. 1 versehen ist, zeigt,

Fig. 8 ist ein Blockdiagramm, welches eine Struktur eines IIR-Filters für ein Berechnen eines Radmoments aus einer Radrotationsgeschwindigkeit und einer Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit auf der Basis des Bewegungsmodells gemäß der Fig. 7 zeigt,

Fig. 9 ist ein Blockdiagramm, welches ein Observer-Modell für ein Berechnen eines Radmoments aus einer Radrotationsgeschwindigkeit und einer Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit auf der Basis des Bewegungsmodells gemäß der Fig. 7 zeigt,

Fig. 10 ist ein Blockdiagramm, das ein IIR-Filtermodell für ein Berechnen eines Radmoments aus einer Radrotationsgeschwindigkeit und einer Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit auf der Basis des Bewegungsmodells gemäß der Fig. 7 zeigt,

Fig. 11 ist ein Graph, der eine Frequenz sowie eine Verstärkungsfaktorcharakteristik einer Transformationsfunktion zeigt für ein Berechnen eines Radmoments aus einer Radrotationsgeschwindigkeit und einer Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit eines Fahrzeugs, das mit der Radbremse gemäß der Fig. 1 versehen ist,

65 Fig. 12 ist ein Graph, der ein gemessenes Radmoment (eine durchgezogene Linie) sowie ein berechneter Wert eines Radmoments (einer einfach strichpunktierte Linie) zeigt, berechnet auf der Basis des Bremshauptzylinderdrucks,

Fig. 13 ist ein Graph, der eine Radrotationsgeschwindigkeit (eine durchgezogene Linie) und eine Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit (eine einfach strichpunktierte Linie) zu einem Zeitpunkt des Erhaltens von Informationen gemäß der

Fig. 12 zeigt und

Fig. 14 ist ein Graph, der eine Beziehung zwischen einer Radschlupfrate und einem Straßenoberflächen- μ eines Fahrzeuges zeigt, welches mit einer Radbremse gemäß der Fig. 1 versehen ist.

Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung. Eine Bremsfluiddruckeinrichtung 2 ist gebildet durch einen Bremshauptzylinder 2a sowie einen Verstärker 2b und ist derart aufgebaut, daß dann, wenn der Verstärker 2b durch ein Bremspedal 3 betrieben wird, der Verstärker 2b einen Kolben des Bremshauptzylinders 2a antreibt, wobei der Brems-
hauptzylinder 2a einen Bremsdruck in einen Fluiddruckkanal abgibt, an welchen Radzylinder (Radbremsen) 51 bis 54, welche an Räder FR, FL, RR und RL angeordnet sind, angeschlossen sind.

In diesem Fall bezeichnet das Rad FR ein Rad auf der vorderen und rechten Seite gesehen vom Fahrersitz aus, wobei die Räder FL, RR und RL jeweils die Räder an der vorderen und linken Seite, an der hinteren und rechten Seite sowie an der hinteren und linken Seite bezeichnen.

Elektromagnetische Ventile 31 und 32 sowie elektromagnetische Ventile 33 und 34 sind jeweils in Fluiddruckkanäle eingefügt, welche eines der Ausgangsanschlüsse des Hauptzylinders mit jedem der Radzylinder 51 und 52 verbinden.

In ähnlicher Weise sind elektromagnetische Ventile 37 und 38 sowie elektromagnetische Ventile 35 und 36 jeweils in Fluiddruckkanäle zwischengefügt, welche den anderen der Ausgangsanschlüsse des Hauptzylinders mit jedem der Radzylinder 53 und 54 verbinden. Der Bremshauptzylinder 2a dient als ein Zuführende des Bremsfluids für die permanent geöffneten elektromagnetischen Ventile 31, 33, 35 und 37 für ein Erhöhen des Drucks. Ein Fluiddruckkanal nahe dem Auslaßende der permanent geschlossenen elektromagnetischen Ventile 32 und 34 für ein Verringern des Drucks ist an ein Reservoir 23 angeschlossen, wobei ein Fluiddruckkanal nahe dem Auslaßende der permanent geschlossenen elektromagnetischen Ventile 36 und 38 für ein Verringern des Drucks an ein Reservoir 24 angeschlossen ist. Jedes der Reservoirs 32 und 24 ist mit einem Kolben und einer Feder versehen, nimmt ein Bremsfluid, welches von den elektromagnetischen Ventilen 32, 34, 36 und 38 durch den auslaßendseitigen Fluiddruckkanal rückgeführt wird, auf und führt das Bremsfluid zu dem Bremshauptzylinder 2a zurück zu einem Zeitpunkt eines Freigebens eines Niederdrückens des Bremspedals 3 (zu einem Zeitpunkt eines Rückführens des Pedals).

Die elektromagnetischen Ventile 31 bis 38 sind elektromagnetische Schaltventile mit zwei Anschlüssen und zwei Positionen, und sind jeweils in einer ersten Position gemäß der Fig. 1 positioniert zu einem Zeitpunkt, wenn Solenoidspulen keinen elektrischen Strom führen, wobei jede der Radzylinder 51 bis 54 mit dem Bremshauptzylinder 2a verbunden sind. Wenn die Solenoidspulen Strom führen, dann werden sie in einer zweiten Position positioniert, wobei jede der Radzylinder 51 bis 54 vom Bremshauptzylinder 2a getrennt wird und mit dem Reservoir 23 oder 24 verbunden wird. In diesem Fall ist ein Rückschlagventil in Fig. 1 derart aufgebaut, daß es eine Rückführströmung aus den Radzylindern 51 bis 54 und den Reservoirs 23 und 24 zurück zu dem Bremshauptzylinder 2a zuläßt, jedoch eine Strömung in eine entgegengesetzte Richtung blockiert.

Demzufolge kann der Bremsfluiddruck innerhalb der Radzylinder 51 bis 54 (nachfolgend bezogen auf einen Radzylinderfluiddruck) erhöht und verringert werden durch Regeln bzw. Steuern der elektromagnetischen Ventile 31 bis 38 bezüglich der elektrischen Stromführung der Solenoidspule oder der fehlenden elektrischen Stromführung der Solenoidspule. Wenn demzufolge die elektromagnetischen Ventile 31 bis 38 nicht mittels der Solenoidspule elektrisch erregt werden, dann wird der Bremsfluiddruck zu den Radzylindern 51 bis 54 von dem Hauptzylinder 2a geführt, um den Druck zu erhöhen und falls sie miteinander elektrisch erregt werden, wird dieser mit dem Reservoir 23 oder 24 verbunden, um den Druck zu verringern. In diesem Fall kann die halbe Anzahl an elektromagnetischer Schaltventile, welche jeweils drei Anschlüsse und zwei Stellungen aufweisen, anstelle der elektromagnetischen Ventile 31 bis 38 verwendet werden.

Die vorstehend erwähnten elektromagnetischen Ventile 31 bis 38 sind an eine elektrische Regel- bzw. Steuereinrichtung 10 angeschlossen, wodurch diese derart geregelt werden, daß sie mit jeder der Solenoidspulen erregt werden. Desweiteren sind Radgeschwindigkeitssensoren 41 bis 44 jeweils an den Rädern FR, FL, RR und RL angeordnet, welche an die elektrische Steuerungseinrichtung 10 angeschlossen sind, wobei diese aufgebaut sind, derart, daß eine Rotationsgeschwindigkeit eines jeden der Räder, d. h., ein Radgeschwindigkeitssignal der elektrischen Steuerungseinrichtung 10 eingegeben wird. Jeder der Radgeschwindigkeitssensoren 41 bis 44 ist ein bekannter Sensor der elektromagnetischen Induktionsbauart gebildet durch einen Rotor mit einem Zahn, der in Übereinstimmung mit einer Rotation eines Rads rotiert und einem Aufnehmer, der in einer solchen Weise angeordnet ist, daß er dem Zahnabschnitt des Rotors gegenüberliegt, und eine Pulsspannung mit einer Frequenz proportional zu einer Rotationsgeschwindigkeit des Rades ausgibt. In diesem Fall, kann auch ein Loch-EC oder ein optischer Sensor anstelle von diesen verwendet werden.

Ein Bremsschalter 3S für das Erfassen eines Niederdrückens des Bremspedals 3 gibt ein Erfassungssignal aus, welches anzeigt, ob das Niederdrücken des Bremspedals 3 vorliegt oder nicht, wobei das Signal an die elektrische Steuerungseinrichtung 10 angelegt wird.

Wie in der Fig. 2 gezeigt wird, hat die elektronische Steuerungseinrichtung 10 eine CPU 14, ein ROM 15 sowie ein RAM 16 und ist mit einem Mikrocomputer 11 ausgebildet, der in einem Eingangsanschluß 12 und einem Ausgangsanschluß 13 über einen gemeinsamen Kanal angeschlossen ist, um einen Eingabe- und Ausgabebetrieb mit Bezug zu einem anderen Abschnitt auszuführen. Erfassungssignale der Radgeschwindigkeitssensoren 41 bis 44 und des Bremsschalters 3S werden jeweils der CPU 14 über den Eingangsanschluß 12 durch einen Verstärkerkreis 17a bis 17e eingegeben. Ein Lenkwinkelsensor 20 für das Erfassen eines Lenkwinkels θ des Lenkrads, ein Horizontalbeschleunigungssensor 21 sowie ein Gierratensensor 22 sind in dem Fahrzeug vorgesehen, und geben jeweils elektrische Signale, welche einen Lenkwinkel θ , eine Horizontalbeschleunigung Y_g und eine Gierrate γ anzeigen, in den Mikrocomputer 11 über Verstärkerkreise 17f bis 17h ein. Regel- bzw. Steuersignale für das Steuern der elektromagnetischen Ventile 31 bis 38 werden jeweils den Treiberkreisen 18a bis 18h ausgegeben, wobei ein Summersteuerungssignal zu dem Treiberkreis 18i ausgegeben wird.

In der elektronischen Steuerungseinrichtung 10 gemäß vorstehender Beschreibung, werden eine Reihe von Prozeduren für das Steuern bzw. Regeln einer Antiblockierung durch den Computer 11 ausgeführt, wobei diese Prozeduren bzw. Vorgänge nachfolgend mit Bezug auf die Fig. 3 bis 6 näher beschrieben werden.

Eine Zusammenfassung der Antiblockiersteuerung durch den Computer 11 ist in der Fig. 3 gezeigt, wobei teilweise

Einzelheiten in den Fig. 4 bis 6 dargestellt sind. Die Antiblockiersteuerung (Schritt 2 bis 16) gemäß der Fig. 3 wird in wiederholender Weise in einer im wesentlichen konstanten Periode T_s ausgeführt. Wenn der Zündschalter eingeschaltet wird, dann wird als ein vorhergehender Prozeß in Fig. 3 eine Initialisierung in dem Schritt 1 ausgeführt, wobei ein Zähler sowie ein Timer gelöscht bzw. zurückgesetzt werden. Desweiteren wird eine Unterbrechungshandhabung erlaubt, welche bei jedem Impuls der Impulsspannung ausgeführt wird, welche durch die Radgeschwindigkeitssensoren 41 bis 44 erzeugt wird. Wenn beispielsweise der Radgeschwindigkeitssensor 41 einen Impuls erzeugt, dann führt die CPU 14 des Computer 11 eine Unterbrechungshandhabung im Ansprechen hierauf durch, schreibt einen Zählwert eines Timingimpulses (einen Uhrzeitimpuls) in ein Impulsperiodenregister für das vordere und rechte Rad FR und löscht einen Timerimpulszähler. Da der Timerimpulszähler permanent ein Aufwärtszählen des Uhrzeitimpulses während der Erlaubnisphase der Unterbrechungshandhabung ausführt, wird die neueste Periode der Impulsspannung (eine inverse Zahl der Radgeschwindigkeit), erzeugt durch den Radgeschwindigkeitssensor 41, ständig in dem Impulsperiodenregister für das vordere und rechte Rad FR gehalten. Da die CPU 14 den gleichen Vorgang bezüglich des Spannungsimpulses ausführt, welcher durch die Radgeschwindigkeitssensoren 42 bis 44 erzeugt wird, wird die Information der neuesten Periode des Spannungsimpulses, erzeugt durch die Radgeschwindigkeitssensoren 41 bis 44 permanent in jedem der Impulsperiodenregister beibehalten, nachdem die Unterbrechungshandhabung erlaubt ist. In der "Berechnung der Radgeschwindigkeit jedes Rades" (der Schritt 4) gemäß nachfolgender Beschreibung multipliziert die CPU 14 eine inverse Zahl der Information bezüglich des Impulsperiodenregisters durch einen Koeffizienten (ein Konvertierungskoeffizienten zwischen einer Periode und einer Geschwindigkeit), wodurch die Radgeschwindigkeit berechnet wird. Vorliegend wird bezüglich des Zählers und des Timers, welche in diesem Ausführungsbeispiel verwendet werden, eine Erläuterung als Zusammenfassung gegeben. Zuerst werden ein Modusregister sowie ein Flagregister als ein internes Register erstellt, wobei zumindest die nachfolgenden Steuerungsmodi in dem ersteren eingestellt werden. Dementsprechend werden zusätzlich zu jedem der Modi, umfassend einen Druckverringerungsmodus, einen Druckerhöhungsmodus oder einen Haltemodus, in denen jeweils der Bremsfluiddruck innerhalb der Radzylinder 51 bis 54 verringert, erhöht oder gehalten wird, ein Impulsdruckerhöhungsmodus, ein Impulsdruckverringerungsmodus und ein Schnellverringerungsmodus eingestellt. Der Impulsdruckverringerungsmodus entspricht einem Modus für das Ausführen eines vorbestimmten Mals an "Druckverringern", der gemäß nachfolgender Beschreibung optional eingestellt ist für das Ausführen der nächsten vorbestimmten Zeit "Halten" und für das Wiederholen des "Druckverringerns" und "Haltens" wobei der Impulsdruckerhöhungsmodus ebenfalls einem Modus für das Wiederholen des "Druckerhöhens" und "Haltens" entspricht.

Der Schnellverringerungsmodus entspricht einem Modus lediglich für das Ausführen "Druckverringern" und führt einen schnellen Druckverringerungsbetrieb im Vergleich zu einem Betrieb des Impulsverringerungsmodus aus. Desweiteren existieren als ein Flag zumindest ein Schnellverringerungsflag und einen Impulsdruckerhöhungsflag, wobei dann, wenn der Schnellverringerungsflag gesetzt ist auf "1", dann wird der Modus der Schnellverringerungsmodus und wobei dann, wenn der Impulsdruckerhöhungsflag gesetzt ist, dann wird der Modus der Impulsdruckerhöhungsmodus. Als ein Zähler existiert zumindest ein Impulsdruckerhöhungszähler, wobei eine Anzahl an Impulsdruckerhöhungsausführungen in dem Impulsdruckerhöhungszähler abgezählt werden. Als ein Timer existiert zusätzlich zu einem Systemtimer ein Druckverringertimer, ein Druckerhöhungstimer sowie ein Haltetimer, wobei er derart strukturiert ist, daß ein Druckreduziermodussignal, ein Druckerhöhungsmodussignal sowie ein Haltemodussignal ausgegeben werden für jeweils ein Einstellen einer Druckverringerungszeit, Druckerhöhungszeit und Haltezeit.

Wenn mit erneutem Bezug auf die Fig. 3 die Initialisierung in dem Schritt 1 abgeschlossen ist, dann kehrt der Vorgang zu Schritt 2 zurück, nachdem der Vorgang von Schritt 2 bis zu dem Schritt 16 ausgeführt ist. In dem Schritt 2 wird der Timer von T_s -Zeit gestartet. In dem Schritt 3 wird ein erfaßtes Signal "Ein": für das Niederdrücken des Pedals/Aus: ohne Niederdrücken des Pedals) des Bremsschalters 3s in das Eingaberegister eingeschrieben, der erfaßte Wert des Lenksensors 20, des Horizontalbeschleunigungssensors 21 und des Gierratensensors 22 eingelesen, um diese Werte in das Eingaberegister zu schreiben und die Information bezüglich der Impulsperiodenregister gemäß vorstehender Beschreibung (vier beinhalten die Register bezüglich des FR, des FL, der RR und des RL) ausgelesen werden, um in das Eingaberegister geschrieben zu werden. Anschließend werden in Schritt 4 die Radgeschwindigkeiten (die Umfangsgeschwindigkeiten) VWFL, VWFR, VWRR und VWRL der Räder FL, FR, RL und RR berechnet, um in die Radgeschwindigkeitsregister geschrieben zu werden, wobei in Schritt 5 jede der Radverringergeschwindigkeiten DVWFL, DVWFR, DVWRR und DVWRL (ein Pluswert entsprechend einer Verringerungsgeschwindigkeit und ein Minuswert entsprechend einer Beschleunigung) berechnet wird aus den Radgeschwindigkeiten VWFL, VWFR, VWRR und VWRL, um in das Radverringergeschwindigkeitsregister geschrieben zu werden.

Anschließend werden in "Abschätzung eines Straßenoberflächenzustands sowie einer Fahrzeugbewegung" gemäß Schritt 8 das Reifenmoment T_1 , T_2 , T_3 und T_4 der jeweiligen Räder FR, FL, RR und RL berechnet, wobei die Straßenoberfläche μ und die Fahrzeugkarosseriebeschleunigung α auf der Basis des Radmoments berechnet werden und als nächstes die Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit u berechnet wird.

Die Inhalte von "Abschätzung eines Straßenoberflächenzustands und einer Fahrzeugbewegung" (8) werden in den Fig. 4 und 5 gezeigt. Als erstes wird mit Bezug auf die Fig. 4 das Radmoment T_1 des Rads FR berechnet auf der Basis der Radrotationsgeschwindigkeit ω_1 des Rads FR und der Formel (12) gemäß vorstehender Beschreibung (in Schritt 31). Wenn die Werte von y_{10} und y_{20} zu diesem Zeitpunkt berechnet wird, dann wird die Information des Registers verschoben zur Verwendung dieser Werte für eine Berechnung in dem nächsten Zeitpunkt (nach T_s), wobei die berechneten Werte y_{10} und y_{20} zu diesem Zeitpunkt in die Register y_{11} und y_{21} geschrieben werden für ein Halten der vorhergehenden Werte von y_{10} und y_{20} (in Schritt 31). In der gleichen Weise werden die Radmomente T_2 , T_3 und T_4 der Räder FL, RR und RL berechnet (Schritt 32, 33 und 34).

Als nächstes wird der Maximalwert T_{max} des Radmoments T_1 bis T_4 in das Register T_{max} als ein repräsentativer Wert (in Schritt 36) eingeschrieben, wobei ein Ausgangsdruck P_{mc} des Bremshauptzylinders 2a berechnet wird aus $P_{mc} = T_{max} \times K_{wc} \dots$ (19). Hierbei ist K_{wc} ein Koeffizient, welcher die Funktion des Radmoments mit Bezug zu dem Bremshauptzylinderdruck P_{mc} definiert und in diesem Falle eine Konstante ist.

Als nächstes wird eine Schlupfrate S_i ($i = 1$ bis 4, d. h., $S_i = S_1$ bis S_4) für jedes der Räder berechnet aus der Fahrzeug-

karosseriegeschwindigkeit ω_w (= berechneter Wert u in einem Schritt 43 bevor T_s), und einer Rotationsgeschwindigkeit (eine Umfangsgeschwindigkeit) ω_i ($i = 1$ bis 4, d. h., $\omega_i = \omega_1$ bis ω_4) (in Schritt 37). Dann wird die Radrotationsgeschwindigkeit ω_{ref} an der Straßenoberfläche- μ -Spitze berechnet aus der Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit ω_w als $\omega_{ref} = (100 - S_p) \times \omega_w$, wobei dann, wenn die Radrotationsgeschwindigkeit ω_1 in diesem Zeitpunkt gleich oder kleiner wird als ω_{ref} (wenn die Schlupfrate S klein oder größer wird als S_p), dann wird der Wert μ_i ($i = 1$ bis 4) des Straßenoberflächen- μ eines jeden Radabschnitts berechnet in Übereinstimmung mit der Formel $\mu_i = T_i \times K_{wi} \dots$ (20) (bei Schritt 33). Hierbei entspricht K_{wi} einem Gewicht eines jedem Radabschnitt \times Reifenradius und wird als eine Konstante in diesem Falle gesetzt.

Als nächstes wird mit Bezug auf die Fig. 5 die CPU 14 eine Fahrzeugkarosseriebeschleunigung α berechnen in Übereinstimmung mit der Formel $\alpha = (T_1 + T_2 + T_3 \times T_4) / (W \cdot R)$ (bei Schritt 40) durch Einstellen des Maximalwerts μ_{max} des Reibungskoeffizienten μ_i jeder Radabschnitts-Straßenoberfläche, um einen repräsentativen Wert darzustellen (bei Schritt 39). Hierbei ist W ein Fahrzeuggewicht (ein Totalgewicht) und R ein Reifenradius, wobei $(W \cdot R)$ als eine Konstante in diesem Fall festgesetzt wird. Als nächstes wird ein Lenkwinkel δ_f des Vorderrads berechnet aus dem erfaßten Lenkungswinkel θ (ein Rotationswinkel des Lenkrads) (in Schritt 41), wobei ein Winkel β des Seitenschlupfs berechnet wird auf der Basis der erfaßten Horizontalbeschleunigung Y_g (bei Schritt 42), und wobei eine Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit u (ein vorhergesagter Wert nach T_s von der aktuellen Zeit aus) berechnet wird, in Übereinstimmung mit der Gleichung $u = \omega_w - \alpha \cdot T_s$ (in Schritt 43). Hierbei ist ω_w ein vorhergesagter berechneter Wert (ein Wert von u berechnet vor T_s).

Anschließend wird ein Gierratenänderungsbetrag, d. h., eine Gierbeschleunigung $\Delta\gamma$ sowie ein Seitenschlupfwinkeländerungsbetrag, d. h., eine Seitenschlupfwinkelgeschwindigkeit $\Delta\beta$ berechnet auf der Basis der Gleichungen (21) und (22) gemäß vorstehender Beschreibung. In diesem Fall, zeigt I_z in der Formel (21) ein Massenträgheitsgierrmoment.

Die CPU 14 überprüft als nächstes, ob oder nicht die Gierbeschleunigung $\Delta\gamma$ gleich oder größer ist als ein Alarmeinstellwert Γ_s , wobei dann, wenn dies so ist, die CPU 14 1 in das Ausgangsregister γA_{out} schreibt und wobei dann, wenn er kleiner ist als Γ_s , die CPU 14 das Ausgangsregister γA_{out} löscht (Schritt 46 bis 48). Anschließend überprüft die CPU, ob oder nicht die Seitenschlupfwinkelgeschwindigkeit $\Delta\beta$ gleich oder größer ist als der Alarmeinstellwert B_s , wobei wenn dem so ist, die CPU 14 die Zahl 1 in das Ausgaberegister γB_{out} schreibt und wobei dann, wenn er kleiner ist als B_s , die CPU das Ausgangsregister γB_{out} löscht (Schritt 49 bis 51). Wenn in diesem Fall zumindest eine der Informationen des Ausgangsregisters γA_{out} und γB_{out} 1 ist, dann treibt und erregt die CPU 14 den Summer 23 in einem Modus an, in welchem eine Instabilität einer Fahrzeugbewegung in einem Ausgang gemäß nachfolgender Beschreibung alarmiert wird (der Schritt 13 in Fig. 3).

Erneut wird auf die Fig. 3 Bezug genommen. Wenn der Schritt "Abschätzung eines Straßenoberflächenzustands und einer Fahrzeugbewegung" (der Schritt 8) gemäß vorstehender Beschreibung; durchlaufen wird, dann führt die CPU 14 ein Antiblockiersteuerungsberechnung gemäß der Schritte 9 bis 20 mit Bezug auf jedes der Räder aus. Vorliegend werden die Inhalte beispielhaft anhand des Rades FR näher beschrieben. Vorliegend bezieht sich die CPU 14 als erstes auf die Informationen bezüglich des Zustandsregisters des FR-Rades, überprüft dann, ob oder nicht die Antiblockierung nunmehr gesteuert wird, so daß dann, wenn die Antiblockierung nicht gesteuert wird, zuerst bestimmt wird, ob oder nicht die Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit ω_w über einer vorbestimmten Geschwindigkeit von 10 km/Stunde liegt, dann in dem Fall, wonach die Geschwindigkeit gleich oder kleiner als 10 km/Stunde ist, das Programm zu einem Schritt 14 durch die Schritte 10, 11 und 19 vorschreitet mit der Beurteilung, daß keine Notwendigkeit für ein Steuern oder Regeln des Antiblockierzustands besteht. In dem Fall, wonach die Geschwindigkeit größer als 10 km/Stunde ist, wird überprüft, ob oder nicht eine Kombination zwischen der Radverringergeschwindigkeit des FR-Rades und der Schlupfrate sich innerhalb eines vorbestimmten Antiblockiersteuerungsbereichs befindet, wobei dann, wenn sich diese außerhalb des Bereichs befindet, das Programm zu Schritt 14 fortschreitet (durch den Vorgang bezüglich der Räder FL, RR und RL). Falls sie sich innerhalb des Bereichs befindet, wird die Information, welche einen Start der Antiblockiersteuerung bezeichnet, in das Zustandsregister bezüglich des FR-Rades geschrieben (bei Schritt 12). Anschließend wird in dem Schritt 12 eine Ausgangsinformation für das Einschalten des Druckerhöhungsventils (Blockieren) und des Druckreduzierventils 32 (Ventil offen) erzeugt, wobei die Information in Schritt 13 ausgegeben wird. Wenn der Start der Antiblockiersteuerung bereits in das Zustandsregister eingeschrieben worden ist (wenn die Druckverringung bereits gestartet wurde) und zwar in einem Schritt 17, wird beurteilt, welche der Bereiche definiert sind als die Schnelldruckverringung, die Impulsdruckverringung, das Halten, die Impulsdruckerhöhung oder die Schnelldruckerhöhung, sowie die Kombination der Radbeschleunigung und der Schlupfrate, welche dazu gehört, wobei die Ausgangsinformation entsprechend dem beurteilten Bereich erzeugt wird (ein Schritt 17).

Der Impulsdruckverringungsmodus entspricht einem Steuerungsmodus, in welchem ein Druckverringungsbetrieb und ein Haltebetrieb mit Bezug auf den Radzylinderfluiddruck wechselweise wiederholt wird, wobei der Radzylinderfluiddruck verringert wird in Übereinstimmung damit, daß die elektromagnetischen Ventile 31 bis 38 betrieben und gesteuert werden in Übereinstimmung mit der Druckverringungszeit und der Haltezeit innerhalb einer Periode = 60 msec. Der Druckverringungstastverhältniswert wird ausgedrückt durch die Druckverringungszeit um 60 msec.

Der Impulsdruckerhöhungsmodus entspricht einem Steuerungsmodus, in welchem ein Druckerhöhungsbetrieb und ein Haltebetrieb mit Bezug auf den Radzylinderfluiddruck wechselweise wiederholt wird, wobei die elektromagnetischen Ventile 31 bis 38 angetrieben und gesteuert werden in Übereinstimmung mit der Druckerhöhungszeit und der Haltezeit in einer Periode = 83 msec. Der Druckerhöhungstastverhältniswert wird ausgedrückt durch die Druckerhöhungszeit um 83 msec.

Wenn der Schritt 17 durchlaufen wird, dann wird die Information in dem Zustandsregister erneuert während einer Fortführung der Antiblockiersteuerung. Wenn der Vorgang als nächstes zu Schritt 9 fortschreitet, wird geprüft, ob oder nicht die Fahrzeuggeschwindigkeit gleich oder kleiner ist als der vorbestimmte Wert (ob das Fahrzeug gestoppt ist oder unmittelbar davorsteht), da die Antiblockiersteuerung fortgeführt wird, so daß dann, wenn dies so ist, die Information, welche eine Vervollständigung der Antiblockiersteuerung anzeigt, erneuert wird und in das Zustandsregister geschrieben wird. Wenn die Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit über dem vorbestimmten Wert liegt, wird geprüft, ob oder nicht die

Kombination der Radverringergeschwindigkeit und der Schlupfrate dem vorbestimmten Vervollständigungs- bzw. Beendigungsbereich zugehören, so daß dann, wenn dies nicht so ist, der Schritt 17 erneut ausgeführt wird. Wenn diese dem Vervollständigungs- bzw. Beendigungsbereich zugehören, dann wird die Information, welche die Vervollständigung bzw. Beendigung der Antiblockiersteuerung anzeigen, erneuert und in das Zustandsregister eingeschrieben. Wenn gemäß vorstehender Beschreibung die Vervollständigung der Antiblockiersteuerung bestimmt ist, dann wird die Ausgangsinformation für ein Vervollständigen bzw. Beenden in einem Schritt 20 erzeugt, wobei die Information in Schritt 13 ausgegeben wird.

Wenn die Antiblockiersteuerungsinformation in dem Schritt 18 erzeugt wird, während eines Fortführens der Antiblockiersteuerung, dann schreitet der Vorgang zu "Korrektur des berechneten Werts" in dem Schritt 18 fort. Der Inhalt von diesem Schritt wird in der Fig. 6 gezeigt.

Nachfolgend wird auf Fig. 6 bezug genommen. Zuerst wird vorliegend geprüft, ob oder nicht die Antiblockiersteuerungsinformation eine Pulsdruckerhöhung zeigt (Schritte 61 und 62), wobei dann, wenn es eine Impulsdruckerhöhung ist, ein Korrekturwert T_a des Druckerhöhungstastverhältnisses (in diesem Ausführungsbeispiel liegt die Druckerhöhungszeit innerhalb einer Periode von 83 msec.) entsprechend dem Radmoment T_1 , berechnet in dem Schritt 31, aus der Informationstabelle ausgelesen wird (eine Karte), welche vorab in einem Speicher in Übereinstimmung mit dem Radmoment (ein Schritt 63) eingelesen wurde, wobei der Tastverhältnisausgabewert ton korrigiert wird auf den Wert, welcher den Korrekturwert ta zu dem Tastverhältniswert ton hinzuaddiert, welcher in Schritt 17 berechnet worden ist, und wobei auf der Basis des Werts, der in dieser Weise korrigiert wird, in "Ausgabe" (der Schritt 13) das Druckerhöhungsventil 31 ausgeschaltet wird (Ventil offen) während der Tastverhältnisausgabewert ton (Druckerhöhungszeit) und wobei das Druckerhöhungsventil 31 angeschaltet wird (Ventil geschlossen) und das Druckverringerungsventil 32 ausgeschaltet wird (Ventil geschlossen) während der nächsten 83 msec.-ton (Haltezeit), worauf dann dies gegenseitig wiederholt wird.

Wenn die Antiblockiersteuerungsinformation keine Pulsdruckerhöhung ist, wird geprüft, ob oder nicht eine Pulsdruckverringerng angezeigt wird (in Schritt 65), so daß dann, wenn es sich um eine Pulsdruckverringerng handelt, ein Korrekturwert t_s des Druckverringerngstastverhältnisses (in diesem Ausführungsbeispiel befindet sich die Druckverringerngszeit innerhalb einer Periode von 60 msec.) entsprechend dem Radmoment T_1 , berechnet in Schritt 31, von einer Informationstabelle ausgelesen wird (eine Karte), welche vorab in einem Speicher in Übereinstimmung mit dem Radmoment (ein Schritt 66) eingelesen wurde, wobei der Tastverhältnisausgangswert ton korrigiert wird auf den Wert, welcher den Korrekturwert ts zu dem Tastverhältniswert ton , berechnet in dem Schritt 17, hinzuaddiert und wobei auf der Basis des auf diese Weise korrigierten Werts in "Ausgabe" (der Schritt 13) das Druckerhöhungsventil 31 ausgeschaltet wird (Ventil geschlossen) während dem Tastverhältnisausgangswert ton (Druckverringerngszeit) und das Druckerhöhungsventil 31 angeschaltet wird (Ventil geschlossen) und das Druckverringerngsventil 32 angeschaltet wird (Ventil offen) während der nächsten 60 msec.-ton (Haltezeit) worauf dieser Vorgang gegenseitig wiederholt wird.

In diesem Fall werden die Druckerhöhungszeit, die Druckverringerngszeit und die Haltezeit durch den Druckverringerngstimer, den Druckerhöhungstimer und den Haltetimer gemessen.

Es wird erneut auf Fig. 3 Bezug genommen. Wenn der Ausgangszustands gemäß vorstehender Beschreibung festgesetzt ist, dann überprüft die CPU 14, ob oder nicht der Timer T_s über der Zeit (der Schritt 14) liegt, wobei der Vorgang erneut zu Schritt 2 vorschreitet, nachdem die Zeit überschritten ist. Während des Wartens auf das Überschreiten der Zeit, überprüft die CPU 14 den elektrischen Kreis innerhalb der elektronischen Steuerungseinrichtung 10, den daran angeschlossenen Sensor und ob oder nicht irgendwelche Abnormalitäten in den elektromagnetischen Ventilen (Schritte 15 und 16) vorliegen, so daß dann, wenn die Abnormalität erfaßt wird, die Antiblockiersteuerung beendet wird und wartet bis nach dem Alarm der Abnormalität. Wenn eine Abnormalität nicht erfaßt wird, dann schreitet der Vorgang zu Schritt 2 fort, nach dem Erwarten der Zeitüberschreitung.

In diesem Fall existiert wie vorstehend bereits angedeutet, eine Beziehung, daß das Radmoment T_1 = Radbremsbereich \times Bremshauptzylinderdruck \times Reibung. Wenn folglich eine Verzögerung bezüglich der Übertragung eines Drucks vom Bremshauptzylinder zu der Radbremse ignoriert wird, dann wird eine Gleichung festgesetzt Bremshauptzylinderdruck = Radmoment T_1 / (Radbremsbereich \times Reibung). In diesem Fall ist der Radbremsbereich konstant und die Reibung kann konstant gemacht werden, wenn ein Zustand erlaubt ist, beispielsweise 0.8 in der Scheibenbremse. Aus diesem Grunde kann die Gleichung ausgedrückt werden als Bremshauptzylinderdruck P_{mc} = Radmoment $T_1 \times$ Konstante K_{wc} . . . (19a), so daß der Bremshauptzylinderdruck P_{mc} abgeschätzt und berechnet werden kann auf der Basis des gemessenen Radmoments T_1 . In dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel werden auf der Basis der Beziehung zwischen dem Radmoment T_1 und dem Bremshauptzylinderdruck P_{mc} in dieser Formel (19a), die Tastverhältniswert-Korrekturwerte ta und ts entsprechend dem Radmoment T_1 (der Hauptzylinderdruck P_{mc}) berechnet unter der Voraussetzung, daß das Radmoment T_1 proportional für den Bremshauptzylinderdruck P_{mc} ist, und wobei der Ausgangstastverhältniswert ton um den Grad erweitert wird, so daß die Verringerung der Druckerhöhungsgeschwindigkeit oder der Druckverringerngs- geschwindigkeit in Übereinstimmung mit dem Bremshauptzylinderdruck P_{mc} niedrig ist (demzufolge ist der Radbremsdruck niedrig) kompensiert wird.

In Übereinstimmung mit der vorstehenden Erläuterung läßt sich einfach verstehen, daß der Bremshauptzylinderdruck P_{mc} verwendet werden kann als ein Index für das Definieren der Korrekturwerte ta und ts anstelle des Radmoments T_1 . Folglich werden in dem anderen Ausführungsbeispiel dieser Anmeldung die Korrekturwerte ta und ts entsprechend dem Bremshauptzylinderdruck P_{mc} , berechnet in Schritte 36, von der Informationstabelle in den Schritten 63 und 66 (Fig. 6) gemäß vorstehender Beschreibung ausgegeben. In diesem Fall wird ein Wert (ein Radmoment T_1) in einer vertikalen Achse der Schritte 63 und 66 zu einem Wert, der durch Ändern des Werts erhalten wird, welcher den Bremshauptzylinderdruck P_{mc} ausdrückt, erhalten durch Multiplizieren von diesen mit der Konstante K_{wc} .

Gemäß vorstehender Beschreibung werden die Druckerhöhungszeit und die Druckverringerngszeit in den Impulsdruckerhöhungs- und Verringerungsmodi eingestellt (korrigiert) um länger zu werden, wenn er niedrig ist in Übereinstimmung mit dem Radmoment T_1 oder dem Bremshauptzylinderdruck P_{mc} , so daß eine Feinsteuerung in Übereinstimmung mit verschiedenen Charakteristiken zum Zeitpunkt eines Abbremsen des Fahrzeuges wie beispielsweise eine Ansprechbarkeit der elektromagnetischen Ventile 31 bis 38, eine Druckerhöhungsgeschwindigkeit oder eine Druckverringerngs- geschwindigkeit ausgeführt werden kann.

Die Erfindung schlägt eine Meßeinrichtung für ein Radmoment vor, wonach es unnötig wird, einen Sensor an eine Achse zu montieren. Ein Wert der anderen Parameter, welche an einem Fahrzeug erwünscht sind, kann erhalten werden durch Verwenden des gemessenen Radmoments. Das Ansprechverhalten einer Antiblockiersteuerung wird hierdurch verbessert. Die Meßeinrichtung für ein Radmoment ist versehen mit einer Radrotationsgeschwindigkeitserfassungseinrichtung 41, 11, einer Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeitserfassungseinrichtung 11 und einer Berechnungseinrichtung 11 für ein Berechnen eines Radmoments T1 entsprechend der Radrotationsgeschwindigkeit ω_1 und der Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit ω_v in Übereinstimmung mit einer vorbestimmten Beziehung zwischen der Radrotationsgeschwindigkeit ω_1 auf der Basis eines Bewegungsmodells zwischen einer Fahrzeugkarosserie und einem Reifen und der Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit sowie dem Radmoment. Die Berechnungseinrichtung 11 berechnet einen Bremshauptzylinderdruck p_{mc} , ein Straßenoberflächen- μ , eine Gierbeschleunigung $\Delta\gamma$ und eine Winkelgeschwindigkeit $\Delta\beta$ eines Seitenschlupfes aus dem Moment T1. Eine Impulsdruckerhöhung und eine Impulsdruckverringern der Antiblockiersteuerung werden korrigiert in Übereinstimmung mit dem Drehmoment T1 bzw. dem Zylinderdruck p_{mc} .

Patentansprüche

1. Meßeinrichtung für ein Radmoment, welches umfaßt:

Mittel für das Erfassen einer Rotationsgeschwindigkeit eines Rads in einem Fahrzeug, welches sich durch eine Rotation eines Radreifens bewegt,

Mittel für ein Berechnen einer Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit des Fahrzeugs und

Radmomentberechnungsmittel für das Berechnen eines Radmoments entsprechend der Rotationsgeschwindigkeit, erfaßt durch das Radrotationsgeschwindigkeitserfassungsmittel und der Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit, erfaßt durch das Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeitsberechnungsmittel in Übereinstimmung mit einer vorbestimmten Beziehung zwischen der Radrotationsgeschwindigkeit auf der Basis eines Bewegungsmodells zwischen einer Fahrzeugkarosserie und einem Radreifen, und der Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit und dem Radmoment des Fahrzeugs.

2. Radmomentmeßeinrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch Bremsdruckberechnungsmittel für ein Berechnen eines Bremshauptzylinderdrucks entsprechend dem Radmoment, berechnet durch das Radmomentberechnungsmittel auf der Basis einer vorbestimmten Beziehung zwischen einem Druck des Bremshauptzylinders des Fahrzeugs, welcher die Radbremse mit dem Radbremsdruck beaufschlagt und den Radmoment.

3. Radmomentmeßeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch Mittel für das Berechnen einer Schlupfrate des Rads,

Referenzgeschwindigkeitsberechnungsmittel für ein Abschätzen und Berechnen einer Referenzradgeschwindigkeit entsprechend einem Spitzenwert eines Reibungskoeffizienten einer Straßenoberfläche auf der Basis der Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit und der Radschlupfrate und

Straßenoberflächen- μ -Berechnungsmittel für das Berechnen eines Reibungskoeffizienten der Straßenoberfläche entsprechend dem Radmoment, berechnet durch das Radmomentberechnungsmittel auf der Basis einer vorbestimmten Beziehung zwischen einem Wert zum Zeitpunkt einer Spitze des Straßenoberflächenreibungskoeffizienten und dem Radmoment, wenn die Radrotationsgeschwindigkeit gleich oder kleiner wird als die Referenzradgeschwindigkeit

4. Radmomentmeßeinrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, gekennzeichnet durch Beschleunigungsberechnungsmittel für ein Berechnen einer Fahrzeugkarosseriebeschleunigung auf der Basis des Radmoments, berechnet durch das Radmomentberechnungsmittel,

Abschätz- und Berechnungsmittel für ein Vorhersagen und Berechnen der letzten Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit auf der Basis des Fahrzeugkarosseriebeschleunigung und der Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit, berechnet durch das Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeitsberechnungsmittel,

Mittel für das Erfassen eines Lenkwinkels des Fahrzeugs,

Mittel für das Erfassen einer Gierrate des Fahrzeugs,

Mittel für das Erfassen eines Seitenschlupfwinkels des Fahrzeugs und

Mittel für das Berechnen eines letztgenannten Gierratenänderungsbetrags auf der Basis der letzten Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit, des Lenkwinkels, der Gierrate und des Seitenschlupfwinkels.

5. Radmomentmeßeinrichtung nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch Mittel für das Berechnen eines letzten Seitenschlupfwinkeländerungsbetrags auf der Basis der letzten Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit, des Lenkwinkels, der Gierrate und des Seitenschlupfwinkels.

6. Antiblockiersteuerungseinrichtung, welche zwischen einer Radbremse und einem Bremshauptzylinder eines Fahrzeugs angeordnet ist, mit einem Radreifen, einer Radbremse für eine Bremsen des Rades und einem Bremshauptzylinder, der eine Bremsfluiddruck in Übereinstimmung mit einer Betätigungskraft eines Fahrers auf das Bremspedal aufbringt und ferner umfaßt:

eine Ventileinrichtung für ein Erhöhen und Verringern des Radbremsdrucks und Bremsdrucksteuerungseinrichtung für ein Verringern und Erhöhen des Radbremsdrucks durch die Ventileinrichtung auf der Basis einer Radrotationsgeschwindigkeit und einer Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit sowie für ein Einstellen einer Druckverringern- und Erhöhungsgeschwindigkeit in Übereinstimmung mit einem Impulstastverhältnis des PWM-Impulsöffnungs- und Schließtreibers in der Ventileinrichtung, wobei die Antiblockiersteuerungseinrichtung umfaßt:

eine Radmomentmeßeinrichtung mit Mittel für das Erfassen einer Rotationsgeschwindigkeit eines Rads, Mittel für ein Berechnen einer Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit sowie Raddrehmomentberechnungseinrichtungen für ein Berechnen eines Radmoments entsprechend der Rotationsgeschwindigkeit, welcher durch das Radrotationsgeschwindigkeitserfassungsmittel berechnet wird und der Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit, welche durch das Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeitsberechnungsmittel berechnet wird, in Übereinstimmung mit einer vorbestimmten Beziehung zwischen der Radrotationsgeschwindigkeit auf der Basis eines Bewegungsmodells zwischen der

Fahrzeugkarosserie und dem Rad und der Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit sowie dem Radmoment des Fahrzeugs und

Tastverhältniseinstellmittel für ein Einstellen einer Druckverringerung und Erhöhungspulstastverhältnisses in eine Richtung eines Erhöhens des Tastverhältnisses in Übereinstimmung mit dem berechneten Radmoment, wenn das

7. Antiblockiersteuerungseinrichtung, die zwischen einer Radbremse und einem Bremshauptzylinder eines Fahrzeuges zwischengefügt ist, umfassend ein Radreifen, eine Radbremse für ein Bremsen des Rads und ein Bremshauptzylinder für ein Aufbringen eines Bremsfluiddrucks in Übereinstimmung mit einer Betätigungskraft eines Fahrers auf die Radbremse, wobei folgende Elemente vorgesehen sind:

eine Ventileinrichtung für ein Erhöhen und Verringern des Radbremsdrucks und Bremsdrucksteuerungseinrichtung für ein Verringern und Erhöhen des Radbremsdrucks durch die Ventileinrichtung auf das Basis einer Radrotationsgeschwindigkeit und einer Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit sowie für ein Einstellen einer Druckverringerungs- und Erhöhungsgeschwindigkeit in Übereinstimmung mit einem Impulstastverhältnis eines PWM-Impulsöffnungs- und Schließtreibers in der Ventileinrichtung, wobei die Antiblockiersteuerungseinrichtung folgende Bauteile hat:

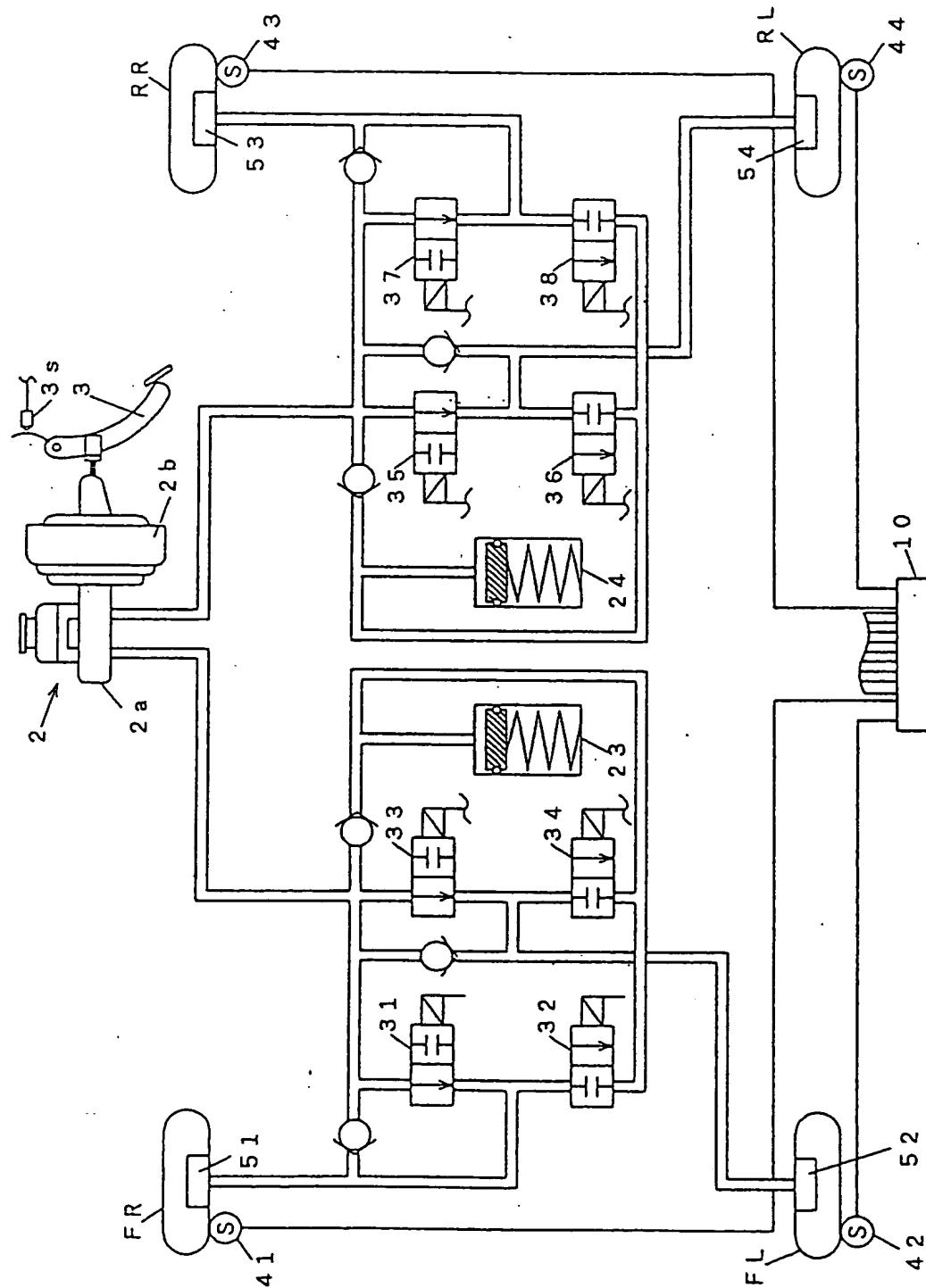
eine Raddrehmomentmeßeinrichtung mit Mittel für ein Erfassen einer Rotationsgeschwindigkeit eines Rads, Mittel für ein Berechnen einer Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit und Radmomentberechnungsmittel für ein Berechnen eines Radmoments entsprechend der Rotationsgeschwindigkeit, erfaßt durch das Radrotationsgeschwindigkeitserfassungsmittel und der Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit, erfaßt durch die Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeitsberechnungsmittel in Übereinstimmung mit einer vorbestimmten Beziehung zwischen der Radrotationsgeschwindigkeit auf der Basis eines Bewegungsmodels zwischen der Fahrzeugkarosserie und dem Rad und der Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit sowie dem Radmoment des Fahrzeugs,

Druckberechnungsmittel für ein Berechnen eines Bremshauptzylinderdrucks entsprechend dem Radmoment, berechnet durch das Radmomentberechnungsmittel auf der Basis einer vorbestimmten Beziehung zwischen dem Bremshauptzylinderdruck und dem Radmoment und

Tastverhältniseinstellmittel für eine Einstellen eines Druckverringerungs- und Erhöhungsimpulstastverhältnisses in eine Richtung eines Erhöhens des Tastverhältnisses in Übereinstimmung mit dem Bremshauptzylinderdruck, wenn das Radmoment niedrig ist.

Hierzu 13 Seite(n) Zeichnungen

II



Elektronische Steuereinrichtung

Fig. 2

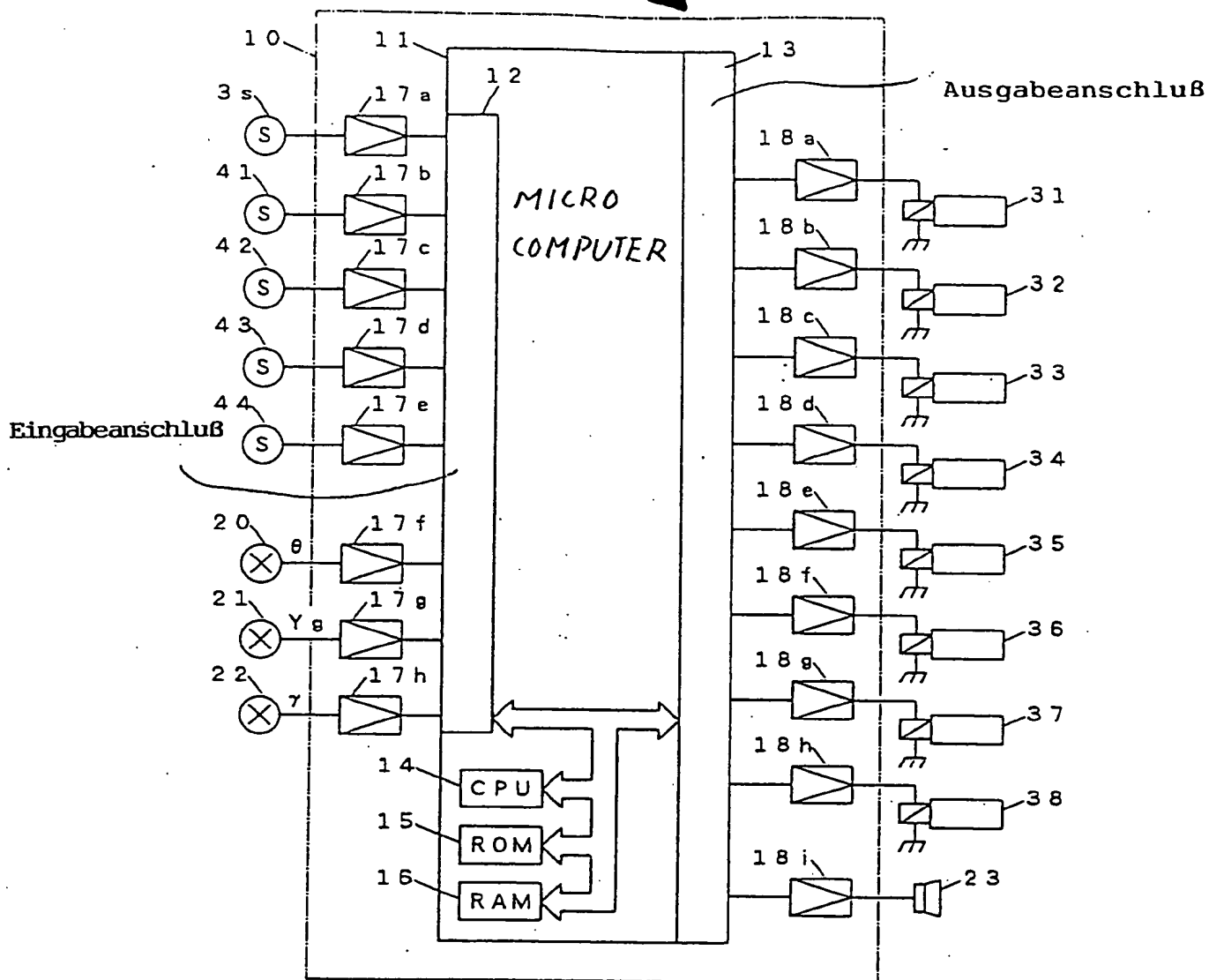


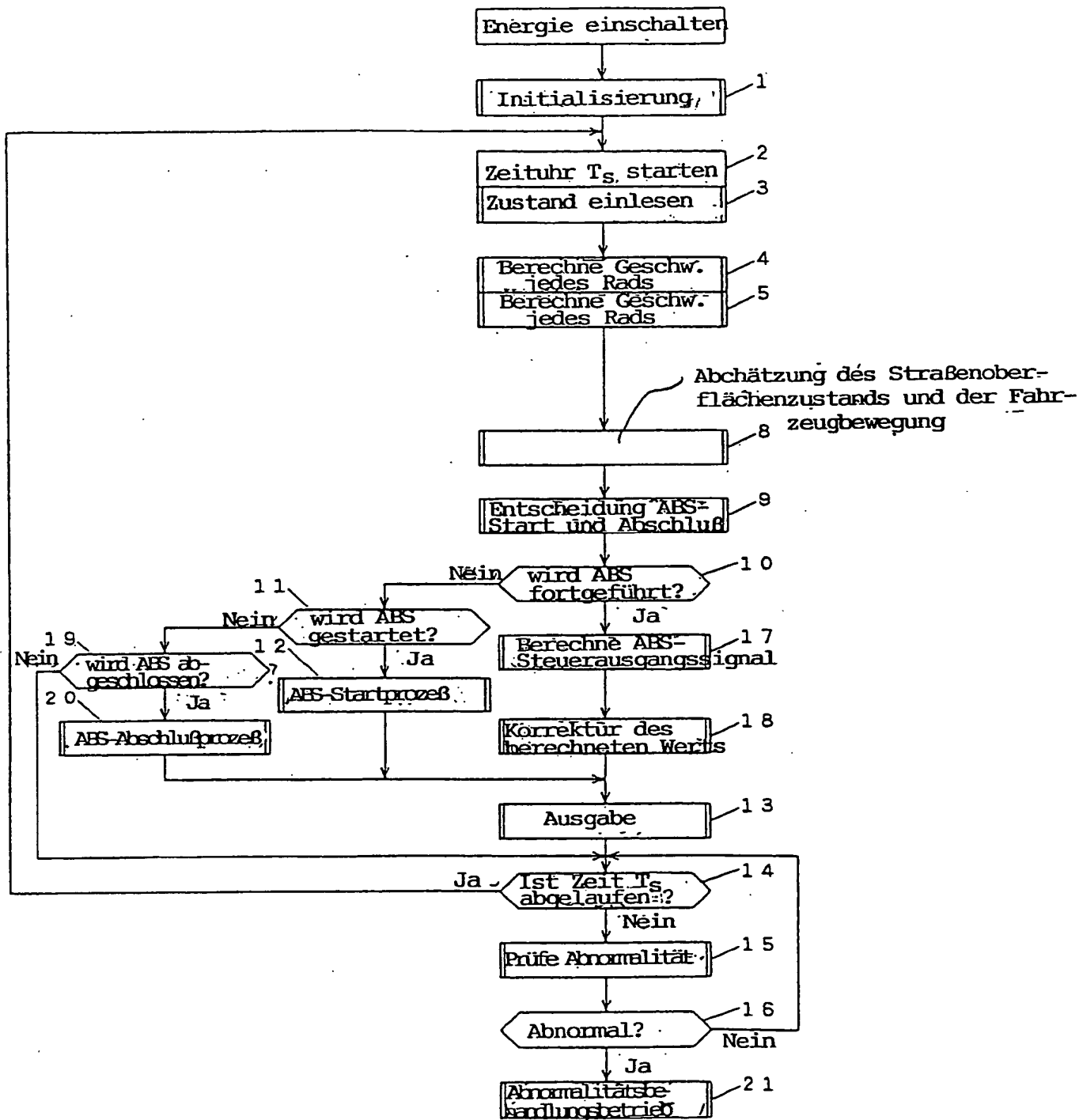
Fig. 3.

Fig. 4.

Abschätzung Straßenoberflächenzustand und Fahrzeugbewegung

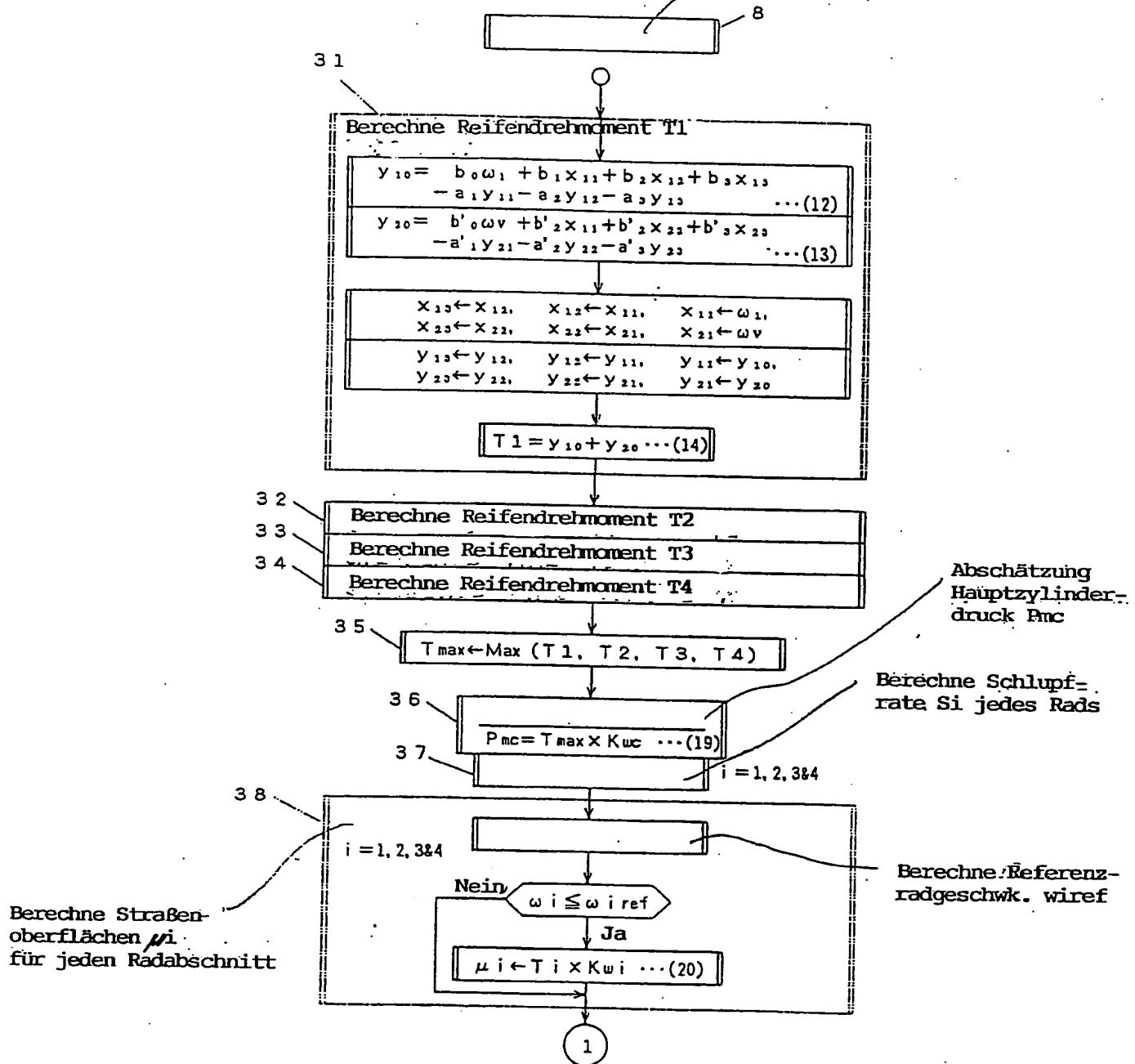


Fig. 5

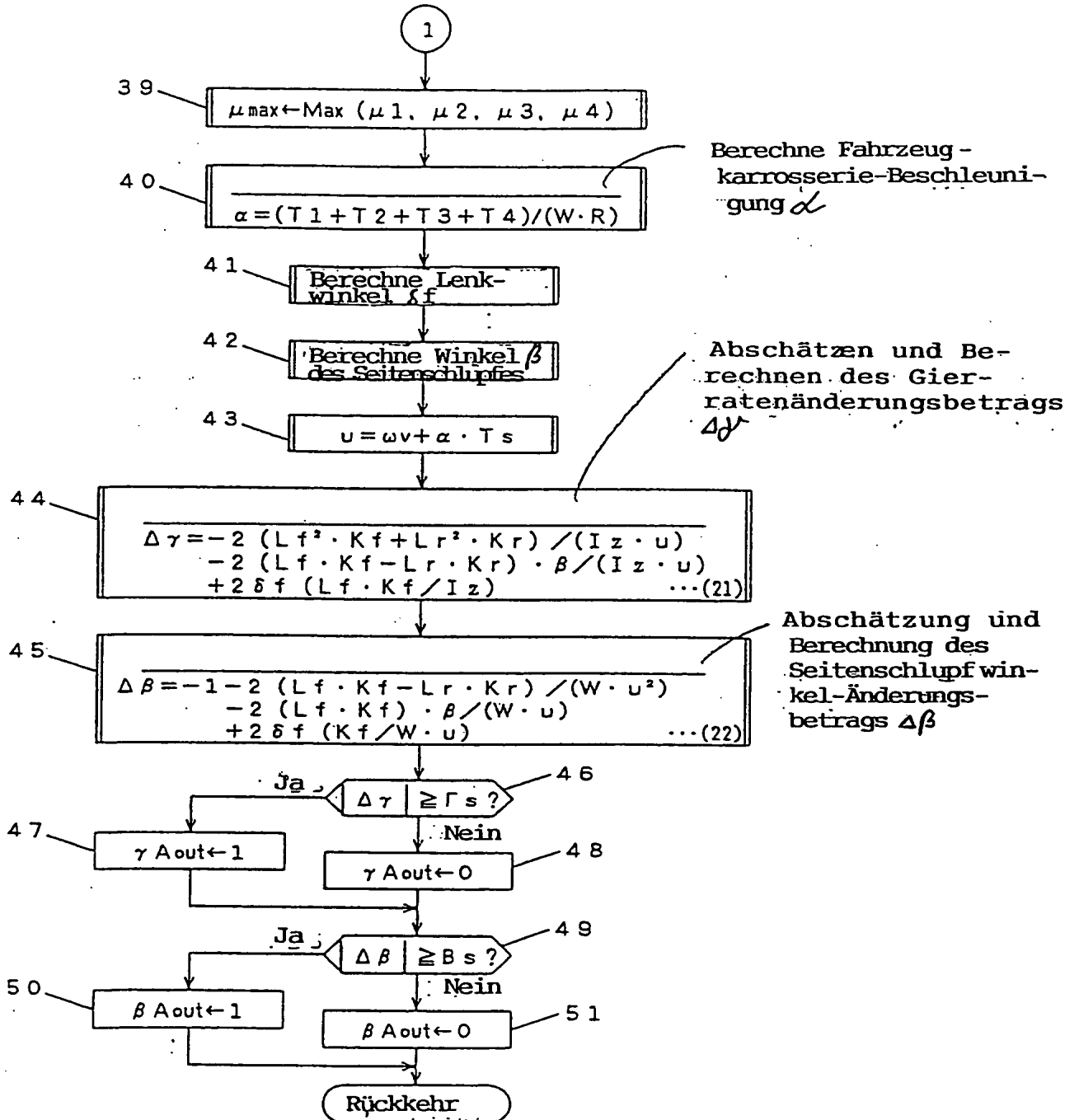
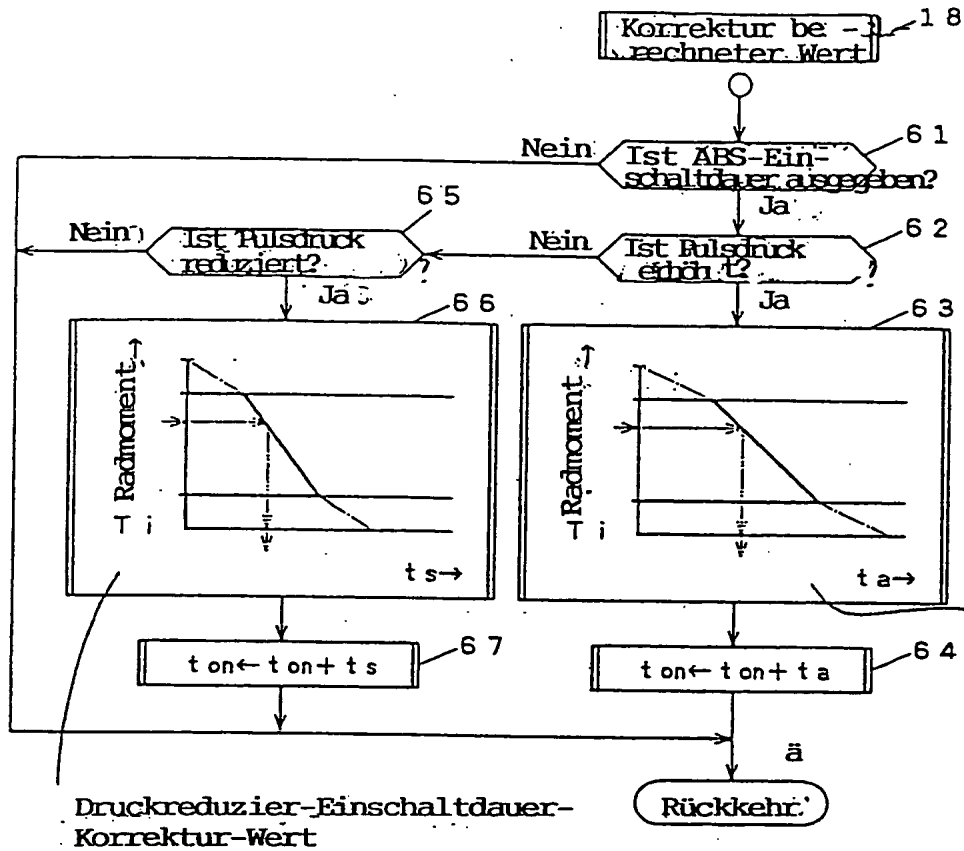


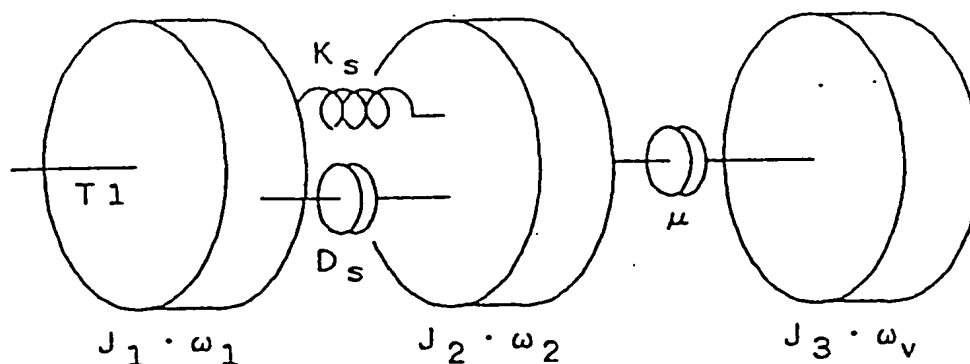
Fig. 6



Druckerhöungs-
Einschaltdauer-
Korrektur-Wert

Druckreduzier-Einschaltdauer-
Korrektur-Wert

Fig. 7



J_1	: Trägheitsmoment in der Radfelge	$[N m s^2]$
J_2	: Trägheitsmoment im Radreifen	$[N m s^2]$
J_3	: Trägheitsmoment Fahrzeugkarosserie- karosserieäquivalenz	$[N m s^2]$
ω_1	: Radrotationsgeschwindigkeit	$[rad/s]$
ω_2	: Reifengeschwindigkeit	$[rad/s]$
ω_v	: Fahrzeuggeschwindigkeit	$[rad/s]$
θ_s	: Drehwinkel	$[rad]$
T_1	: Reifenmoment	$[Nm]$
K_s	: Federung der Reifenrotation	$[Nm/rad]$
D_s	: Viskosität der Reifenrotation	$[Nms/rad]$
μ	: Straßenoberflächen-Reibungs- koeffizient	$[-]$
W	: Last des Fahrzeugs	$[N]$
R	: Radius des Reifens	$[m]$

Fig. 8

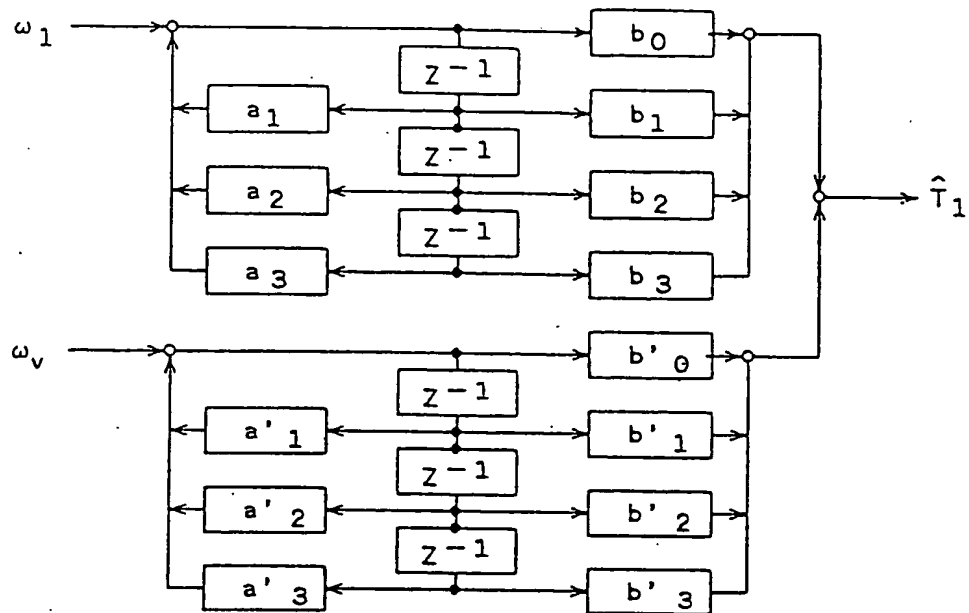


Fig. 9

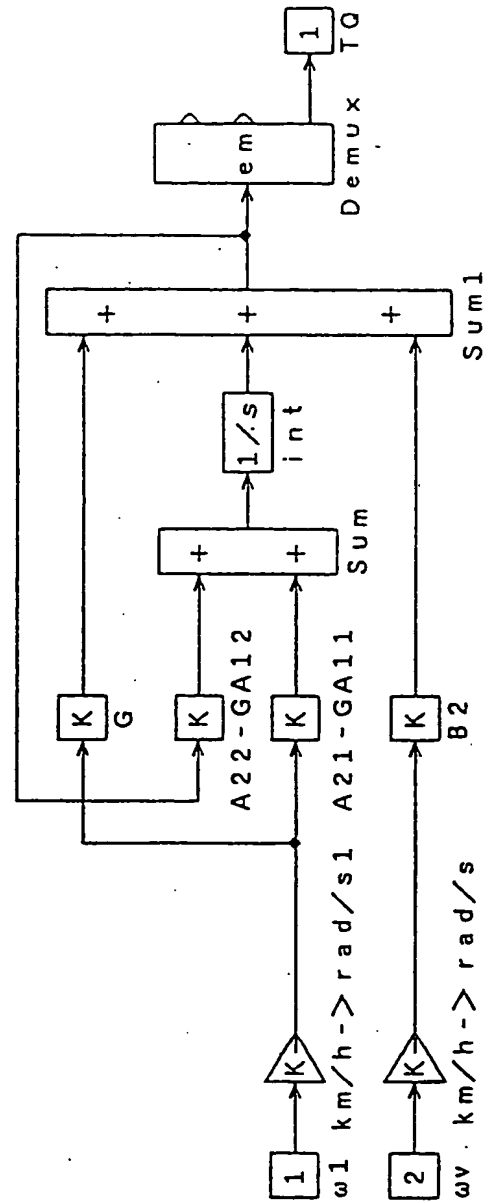


Fig. 10

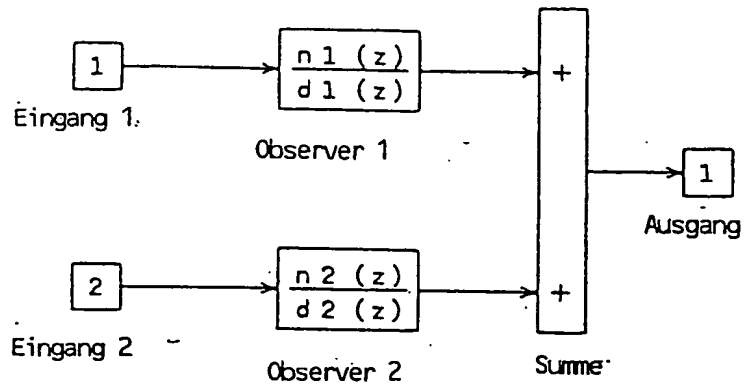
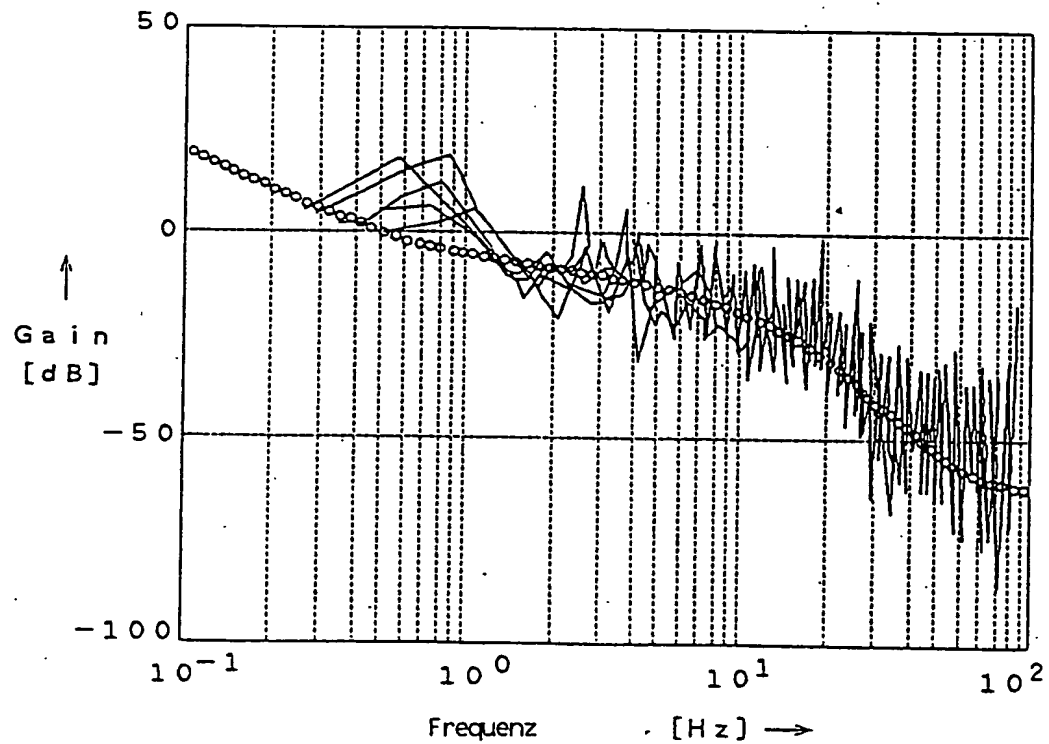


Fig. 11



BEST AVAILABLE COPY

F2.12

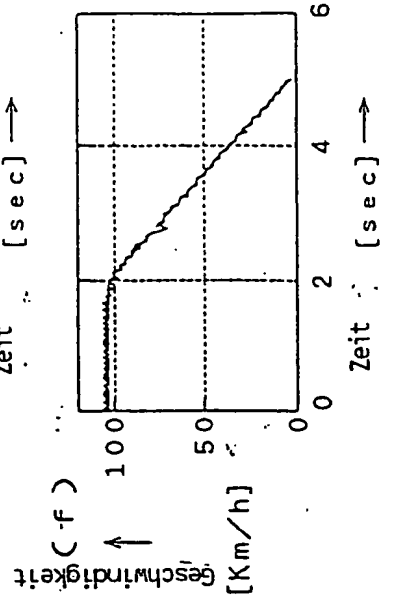
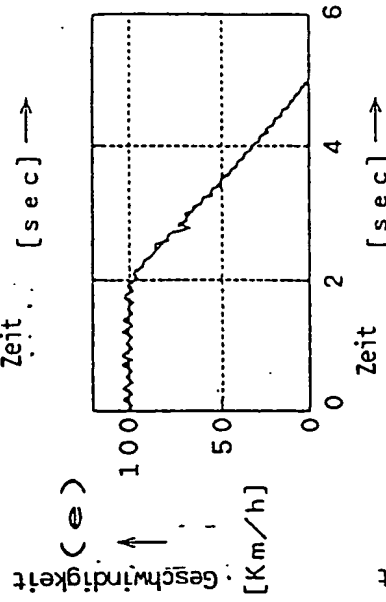
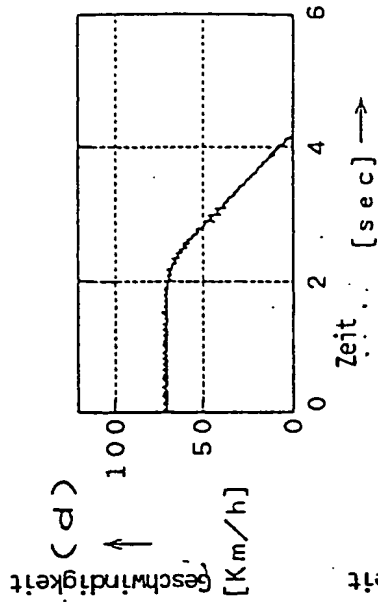
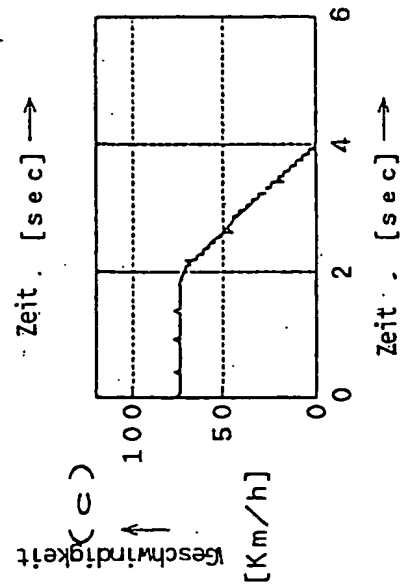
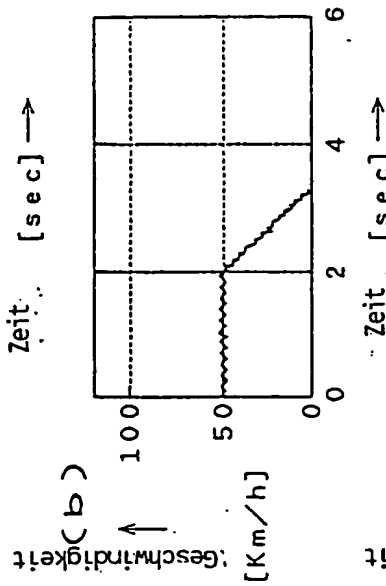
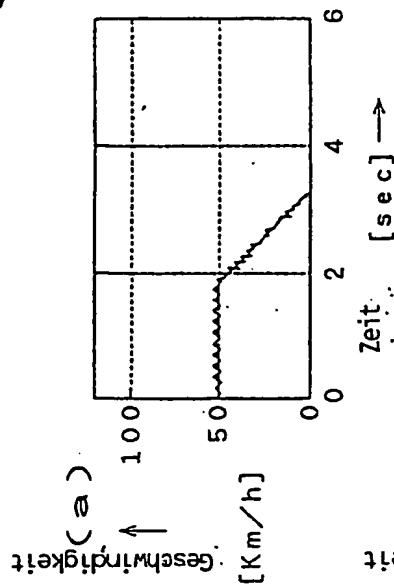


Fig. 13

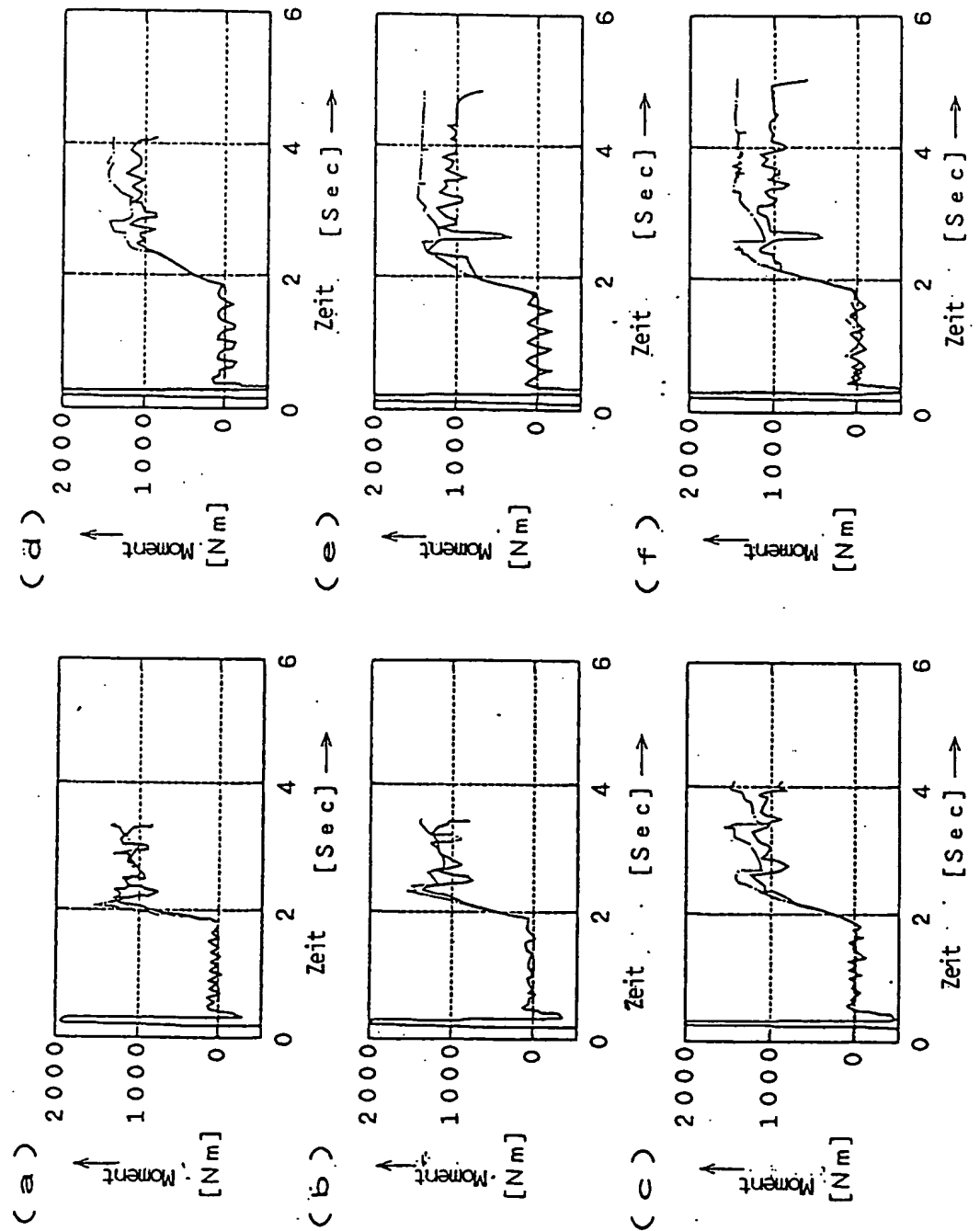


Fig. 74

